

SÉRIE A, n° 312

N° D'ORDRE : 969

THÈSES

PRÉSENTÉES

A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE PARIS

POUR OBTENIR

LE GRADE DE DOCTEUR ÈS-SCIENCES NATURELLES

PAR A. DEREIMS,

*Ancien Élève de l'École Normale Supérieure,
Chef des travaux pratiques de Géologie à l'Université de Paris.*

1^{re} THÈSE. — RECHERCHES GÉOLOGIQUES DANS LE SUD DE L'ARAGON.

2^{me} THÈSE. — PROPOSITIONS DONNÉES PAR LA FACULTÉ.

Soutenues le 30 juin 1898, devant la Commission d'Examen.

MM. BONNIER. Président

MUNIER-CHALMAS

GIARD.

} Examinateurs

LILLE

LE BIGOT FRÈRES, IMPRIMEURS-ÉDITEURS

68, rue Nationale, et 25, rue Nicolas-Leblanc.

1898

SÉRIE A, n° 312

N° D'ORDRE : 969

THÈSES

PRÉSENTÉES

A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE PARIS

POUR OBTENIR

LE GRADE DE DOCTEUR ÈS-SCIENCES NATURELLES

PAR A. DEREIMS,

*Ancien Élève de l'École Normale Supérieure,
Chef des travaux pratiques de Géologie à l'Université de Paris.*

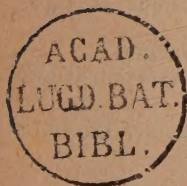
1^{re} THÈSE. — RECHERCHES GÉOLOGIQUES DANS LE SUD DE L'ARAGON.

2^{me} THÈSE. — PROPOSITIONS DONNÉES PAR LA FACULTÉ.

Soutenues le 30 juin 1898, devant la Commission d'Examen.

MM. BONNIER. *Président*

MUNIER-CHALMAS
GIARD. } *Examineurs*



LILLE

LE BIGOT FRÈRES, IMPRIMEURS-ÉDITEURS

68, rue Nationale, et 25, rue Nicolas-Leblanc.

1898

FACULTÉ DES SCIENCES DE L'UNIVERSITÉ DE PARIS

MM.

Doyen DARBOUX. Géométrie supérieure.

Professeur honoraire HERMITE.

DE LACAZE-DUTHIERS Zoologie, Anatomie, Physiologie comparée.

TROOST. Chimie.

FRIEDEL Chimie organique.

LIPPMANN Physique.

HAUTEFEUILLE Minéralogie.

BOUTY Physique.

APPELL Mécanique rationnelle.

DUCLAUX Chimie biologique.

BOUSSINESQ Physique mathématique et Calcul des probabilités.

PICARD Analyse supérieure et Algèbre supérieure.

Professeurs POINCARÉ. Astronomie mathématique et Mécanique céleste.

YVES DELAGE Zoologie, Anatomie, Physiologie comparée.

BONNIER Botanique.

DASTRE Physiologie.

DITTE Chimie.

MUNIER-CHALMAS. Géologie.

GIARD Zoologie, Évolution des êtres organisés.

WOLF Astronomie physique.

KÖNIGS. Mécanique physique et expérimentale.

VÉLAIN Géographie physique.

GOURSAT. Calcul différentiel et Calcul intégral.

Professeurs adjoints { CHATIN Zoologie, Anatomie, Physiologie comparée.

PELLAT. Physique.

PUISEUX. Mécanique et Astronomie.

Secrétaire. FOUSSEREAU.

A MON MAÎTRE

MONSIEUR MUNIER-CHALMAS

Professeur de Géologie à l'Université de Paris.

*Hommage respectueux et témoignage
de vive reconnaissance.*

RECHERCHES GÉOLOGIQUES

DANS LE

SUD DE L'ARAGON

PAR

A. DEREIMS

INTRODUCTION

Les traits généraux de la constitution géologique du Sud de l'Aragon ont été indiqués par de Verneuil (1852-1860) et les observations de l'éminent géologue français ont été confirmées par M. de Cortázar (1875-1885) et M. Palacios (1892); mais aucune étude de détail n'avait encore été publiée sur le sud de la Chaîne Ibérique, lorsque mon maître, M. Munier-Chalmas, me chargea d'explorer cette région. Pendant les belles saisons de 1889, 1891 et 1893, j'ai parcouru la province de Teruel et la partie méridionale de la province de Saragosse; c'est le résultat de ces diverses explorations que j'expose dans ce travail.

Je remercierai tout d'abord MM. Fouqué et Munier-Chalmas, qui m'ont fait obtenir, pour chacun de mes voyages, une des bourses que le Conseil municipal de la Ville de Paris alloue chaque année à l'Ecole des Hautes Etudes. Je remercie aussi M. Gaudry, membre de l'Institut, qui, à ma sortie de l'Ecole normale supérieure, a bien voulu m'admettre dans son laboratoire du Muséum d'Histoire naturelle où l'on apprend à aimer la paléontologie.

Durant mes trois voyages en Espagne, j'ai récolté de nombreux matériaux que j'ai étudiés au Laboratoire de Géologie de la Sorbonne, dirigé avec tant de compétence par mon éminent maître, M. Munier-Chalmas; il a bien voulu m'aider de ses conseils et véri-

fier la plupart de mes déterminations ; les idées originales émises dans ses conférences à l'Ecole Normale et dans son cours à la Sorbonne m'ont beaucoup servi et je lui dois la plus grande gratitude.

Pendant l'étude des roches et des fossiles que j'ai rapportés de mes courses, j'ai contracté de nombreuses dettes de reconnaissance dont je suis heureux de m'acquitter aujourd'hui. Mes maîtres et mes amis du Laboratoire m'ont fait profiter de leur expérience et m'ont donné d'excellents conseils. M. Bergeron, directeur-adjoint du Laboratoire des Recherches, a bien voulu me guider dans l'étude des fossiles cambriens et siluriens et a attiré mon attention sur la similitude de faunes qui existait à l'époque cambrienne entre l'Espagne et la Montagne-Noire, qu'il a si bien étudiée et décrite.

J'ai souvent eu recours à l'amicale bienveillance de M. D.P. Oehlert, dont les travaux sur le Dévonien de l'Ouest de la France et sur les Brachiopodes font autorité ; il m'a très souvent guidé dans mes recherches paléontologiques et a bien voulu contrôler un certain nombre de mes déterminations.

L'étude des faunes jurassiques m'a été rendue particulièrement facile, grâce aux conseils que m'a constamment donnés M. Haug, maître de conférences à la Sorbonne, dont la compétence paléontologique est bien connue de tous.

Mon camarade et ami Léon Bertrand, chargé des conférences de pétrographie à la Sorbonne, a étudié les diverses roches éruptives que j'ai rencontrées dans la région ; il m'en a donné des diagnoses précises que je suis heureux de pouvoir publier dans mon travail.

M. Depéret, doyen de la Faculté des Sciences de Lyon, a bien voulu comparer les fossiles du Miocène supérieur du Sud de l'Aragon avec ceux du bassin du Rhône et me communiquer des renseignements qui m'ont été d'une grande utilité.

M. Boule, assistant de paléontologie au Muséum, m'a donné de précieuses indications sur la faune de Concud et a déterminé les ossements quaternaires de la grotte d'Allueva.

Je prie M. Douvillé d'agréer l'expression de ma reconnaissance pour la bienveillance avec laquelle il m'a permis de consulter la collection de E. de Verneuil, à l'Ecole des Mines.

M. Choffat, au cours de plusieurs visites qu'il fit au Laboratoire de Géologie de la Sorbonne, a examiné rapidement les fossiles que j'avais étudiés ; il a attiré mon attention sur les rapprochements

qu'on peut établir entre les faunes du Sud de l'Aragon et celles du Portugal, qu'il a magistralement décrites.

J'ai trouvé, près des membres de la Commission de la Carte géologique d'Espagne, l'accueil le plus bienveillant ; MM. Mallada et Palacios m'ont montré la collection des fossiles recueillis par mes devanciers dans le Sud de l'Aragon et m'ont donné des recommandations qui m'ont beaucoup servi dans mes voyages.

Je dois les plus vifs et les plus sincères remerciements à D. Torcuato Jusue, ingénieur en chef des Mines à Teruel ; c'est grâce à son extrême obligeance que j'ai pu faire dans d'excellentes conditions mes trois voyages dans le Sud de l'Aragon ; je n'avais à ma disposition aucune carte topographique comparable à celle de l'état-major français : la carte provinciale de Coello, pour la province de Teruel, n'a jamais été publiée, et je ne possédais comme carte topographique que celle de l'atlas de Stieler, au 1 : 1.500.000 ; d'autre part, la province de Teruel est traversée par 4 ou 5 routes à peine, suivant le plus souvent les vallées tertiaires et allant de la capitale aux principales villes voisines ; tous les villages de la Sierra sont reliés par des sentiers que connaissent seuls les gens du pays ; il m'eut été très difficile de faire des excursions suivies, si D. Torcuato n'avait pas mis à ma disposition son guide habituel Pedro, qui connaît si bien toute sa province et dont le dévouement est à toute épreuve.

L'absence de bonne carte topographique m'a empêché de relever avec précision les contours des diverses formations sédimentaires : les cartes qui terminent ce travail ne peuvent donc être que des esquisses géologiques de la région que j'ai parcourue.

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES
ET
DESCRIPTION OROGRAPHIQUE ET HYDROGRAPHIQUE
DE LA RÉGION ÉTUDIÉE

A. — Considérations générales.

Les diverses montagnes ou collines qui couvrent une partie de la péninsule ibérique peuvent facilement se grouper en six cordillères dont l'individualité a été démontrée pour la première fois par Bory-de-Saint-Vincent [6]¹ ; la comparaison des cartes physique et géologique montre qu'il existe des relations, souvent fort nettes, entre la direction de ces cordillères d'une part, et d'autre part la constitution géologique de la péninsule et la direction des plissements qui l'ont affectée à différentes époques.

Les nombreux travaux de M. Macpherson [43 à 45], de M. Calderon [14 à 16] et la remarquable synthèse de M. Suess² ont démontré que le trait fondamental de la géologie de l'Espagne est l'existence d'un vaste *plateau* ou *Meseta*, bordé au nord-est et au sud par deux grandes aires de plissements, les *Pyrénées* et la *Chaîne Bétique*.

La Meseta, constituée essentiellement par des terrains cristallophylliens, siluriens, dévoniens et carbonifères, traversés par de nombreuses roches éruptives, est affectée par une série de

1. Les numéros entre crochets correspondent à l'index bibliographique.

2. E. SUSS. — Das Antlitz der Erde, vol. II, p. 144.

plis, faiblement convexes vers le sud-ouest, et dont la direction générale est N. N. O. - S. S. E. et N. O. - S. E. : d'autres accidents tectoniques, moins nombreux, mais cependant très importants, sont orientés N. E. - S. O. Sur ce vaste plateau, dont l'altitude moyenne est de 700 mètres, existent aujourd'hui un certain nombre de collines, plus ou moins alignées, dont le relief est dû à deux causes principales :

1° Aux dislocations tertiaires, brusques ou lentes, qui ont amené la formation des grands lacs miocènes de l'Espagne, dont les bords sont formés par les terrains plus anciens.

2° Aux efforts constants de l'érosion agissant sur un plateau fortement plissé, composé de sédiments de nature et de résistance très variables ; tandis que les schistes primaires disparaissaient en partie, les granites, les gneiss et les quartzites des plis anté-stéphaniens étaient beaucoup moins attaqués par les agents atmosphériques : la direction des anticlinaux de la période primaire est devenue celle des nombreux chaînons qui forment les cordillères actuelles de la Meseta.

Ces cordillères, jointes à la Chaîne des Pyrénées et à la Chaîne Bétique, séparées toutes deux de la Meseta par de grandes dépressions tertiaires, forment le système orographique de la péninsule, dont la description peut se résumer de la façon suivante :

1° Au nord, la *Chaîne des Pyrénées* (*système pyrénéique* de Bory), qui se prolonge vers l'ouest par les Monts Cantabriques ; les plis est-ouest, très nets dans les Pyrénées, se suivent sans interruption du cap de Creus jusque dans les Asturies ; à la latitude de Léon et d'Oviedo, la cordillère rencontre le bord de la Meseta, et les plis d'origine pyrénéenne disparaissent en même temps que les terrains secondaires qu'ils affectaient ; la cordillère est alors déviée vers le sud-ouest, et, dans les différents chaînons qui la forment et qui couvrent la Galice et le Nord du Portugal, se retrouvent les principales directions des plis de la Meseta.

2° La *Cordillère Serratique*¹ (*système carpétano-vettonique* de Bory) composée d'une série de chaînons parallèles formés presque unique-

1. C'est sous ce nom que la chaîne est décrite par D. Fernandez Guerra et D. Eduardo Saavedra. Plusieurs géographes espagnols et F. de Botella ont adopté la désignation de « chaîne Lusitano-Arevaca », du nom des contrées romaines correspondantes. Les Maures l'appelaient la Sierra, c'est-à-dire la montagne par excellence de toute la péninsule, probablement à cause de l'aspect essentiellement montagneux de la Sierra de Guadarrama (extrémité orientale de la cordillère) située entre les deux grands plateaux tertiaires des Castilles.

ment de terrains cristallophylliens et cambriens ; leur direction commune est S.O.-N.E. et les principaux d'entre eux ont reçu les noms de Sierra de Estrella, Sierra de Gata, Sierra de Gredos, Sierra de Guadarrama. Cette cordillère, qui s'étend du cap de Roca (nord de Lisbonne) jusqu'à Atienza, traverse de l'ouest à l'est toute la Meseta ; son extrémité orientale sépare les bassins tertiaires de la Vieille et de la Nouvelle Castille. Au nord-est de Madrid, la constitution géologique de la chaîne change en même temps que l'altitude diminue : au terrain cambrien succèdent des schistes et des grès siluriens et dévoniens qui disparaissent bientôt sous le plateau triasique d'Atienza ; c'est là que se termine la Cordillère Serratique, qui limite constamment au sud le bassin du Douro.

Pour plusieurs auteurs cependant, la chaîne se recourbe vers le sud-est jusqu'aux environs d'Albarracin et j'avais adopté cette interprétation dans la note de géographie physique [28] que j'ai publiée en 1893 sur la province de Teruel. Le plateau triasique d'Atienza et de Medinaceli se dirige en effet vers le sud-est et laisse apercevoir bientôt, sur les confins des provinces de Guadalajara et de Teruel, plusieurs îlots siluriens qui ont été parfois rattachés à la Sierra Guadarrama ; les collines de Molina de Aragon, la Sierra Menera et la Sierra de Albarracin feraient alors partie de la Chaîne Serratique et en constitueraient l'extrémité orientale : la cordillère ainsi comprise limiterait constamment le bassin du Tage, le séparant du bassin du Douro et de celui de l'Ebre. Mais la direction même de ces îlots siluriens, orientés N. O. - S. E., parallèlement à la *Chaîne Ibérique* située un peu plus à l'est, conduit à les rapprocher plutôt de cette cordillère et à les séparer de la Chaîne Serratique dont tous les chainons sont orientés N.E.-S.O. C'était là, d'ailleurs, l'opinion de E. de Verneuil ; avant lui, Bory de Saint-Vincent considérait déjà la Sierra de Molina et les Monts d'Albarracin comme une ramification de la Chaîne Ibérique et proposait de leur donner le nom de *Chaîne Hespérique* que j'adopterai dans ce travail.

3° La *Chaîne Carpétane* ¹ (Monts de Tolède ou *système lusitanique* de Bory) sépare les bassins du Tage et du Guadiana. Dans l'Estramadure et dans l'ouest de la Nouvelle-Castille, la chaîne est bien accusée ; elle est formée aux dépens de la partie ancienne de la Meseta, dont les plis N.O.-S.E. sont très nets et sensiblement

1. Cette chaîne est souvent désignée sous le nom de *Chaîne Orétane*. D. Fed. de Botella fait remarquer justement que l'Orétanie se trouvait plus au sud, comprenant même une partie des Monts Marianiques.

parallèles aux Chaînes Ibérique et Hespérique dont je viens de parler. A l'est de Tolède, la Cordillère Carpétane pénètre dans le bassin tertiaire de la Nouvelle-Castille; elle perd alors son caractère montagneux, et les collines qui la constituent sont dues uniquement à l'érosion du plateau miocène; elle devient tout à fait comparable aux plateaux de la Beauce et du Gâtinais, situés entre le bassin de la Seine et celui de la Loire.

4° La *Chaîne Marianique*¹ (Sierra Morena), qui limite au nord le bassin du Guadalquivir, est formée tout entière aux dépens de la Meseta, dont elle constitue le bord méridional. Les divers chaînons, orientés N.O.-S.E., sont parallèles à ceux qui forment les Monts de Tolède; ils sont dus, comme eux, à l'érosion de la Meseta, dont les plis sont brusquement interrompus par la grande faille du Guadalquivir.

5° La *Chaîne Bétique* couvre le Sud de l'Andalousie; sa partie méridionale, la plus élevée, atteint 3481 mètres au Mulhacen; elle est formée de terrains cristallophylliens et primaires affectés par des dislocations parallèles au rivage entre Gibraltar et le cap de Gata. Jusqu'au début du Pliocène cette cordillère ne fit pas partie de l'Espagne proprement dite; elle formait en effet la limite septentrionale d'un continent qui s'étendait au sud sur une partie du Maroc et comprenait toute la chaîne du Rif; l'effondrement de la presque totalité de ce continent donna naissance au détroit de Gibraltar et sépara la Sierra Nevada de la chaîne du Rif. Au nord, l'axe ancien de la Chaîne Bétique est bordé par une série de contreforts de terrains secondaires dont les plissements, parallèles au bord méridional de la Meseta, c'est-à-dire à la grande faille du Guadalquivir, appartiennent au système alpin et se suivent jusque dans les Baléares.

6° La *Chaîne Ibérique*² ou Celtibérique, dont l'individualité apparaît nettement sur une carte géologique, limite au sud le bassin de l'Ebre et peut se suivre d'une façon ininterrompue de

1. Bory de Saint-Vincent distingue : 1° un *système marianique*; 2° un *système cunéique*, correspondant à la Sierra de Monchique et aux montagnes du nord de l'Algarve.

2. Antillon, dans ses *Elementos de geographia de España y Portugal*, et plus tard Bory de Saint-Vincent désignèrent cette cordillère sous le nom de *système ibérique*; cette dénomination est adoptée aujourd'hui par beaucoup de géographes; elle est antérieure au nom de chaîne celtibérique que j'ai employé en 1893 à la suite de S. Calderon et de plusieurs auteurs espagnols et doit être admise de préférence à ce dernier nom.

Burgos jusqu'à Montalban et la Sierra de San Just dans la province de Teruel. Dans sa partie septentrionale, elle sépare les bassins de l'Ebre et du Douro ; elle est alors formée par les sédiments primaires de la Sierra de la Demanda, d'orientation E.-O., qui disparaissent sous le haut plateau secondaire de Soria et de Logroño, pour réapparaître dans la Sierra de Moncayo. La Cordillère Ibérique prend alors nettement la direction N.O.-S.E. et l'anticlinal primaire qui en forme l'axe peut se suivre depuis Agreda jusqu'à Calamocha et Montalban, où il est recouvert par les terrains secondaires de la province de Teruel.

Parallèlement à la Cordillère Ibérique et un peu au sud-ouest, se trouvent les *Monts Hespériques* ; l'axe de cette chaîne est formé par les sédiments primaires des collines de Molina de Aragon, de la Sierra Menara et de la Sierra de Albarracin, dont les plis suivent la direction N.O.-S.E., si fréquente dans toute la Meseta.

Les Cordillères Ibérique et Hespérique limitent au nord-est le plateau ancien de la péninsule, et leurs axes primaires sont à peine distants de 60 kilomètres ; sur ces axes anciens viennent de part et d'autre s'appuyer des dépôts triasiques, jurassiques et crétacés, qui réunissent les deux chaînes et forment un vaste plateau que j'ai déjà désigné [28] sous le nom de Plateau de Teruel.

Ce plateau n'est donc, à proprement parler, que l'extrémité méridionale des deux sierras parallèles que je viens de décrire. On lui a quelquefois donné le nom de *Montes Idubeda*¹ ou de *Muela*² de *Albarracin*, du nom de l'une des villes les plus anciennes de la région.

Ce vaste plateau forme toute la partie méridionale de l'Aragon (province de Teruel et Sud de la province de Saragosse) ; il s'étend à l'ouest sur la Nouvelle-Castille (partie orientale des provinces de Cuenca et de Guadalajara) et à l'est sur la province de Castellon de la Plana. C'est l'étude de ce plateau que j'ai entreprise en 1889, sur

1. D. Federico de Botella, dans son traité « Espana y sus mares », désigne sous le nom de Montes Idubeda toute la série des hauteurs qui s'étendent de Burgos à Requena et couvrent la province de Teruel et le Nord du royaume de Valence, c'est-à-dire la Chaîne Ibérique et le Plateau de Teruel, tels que je viens de les définir ; à l'exemple de plusieurs géographes espagnols, j'emploie ici le nom de Montes Idubeda dans un sens plus restreint, et je désigne sous ce nom la grande *gibbosité* (selon l'expression de E. de Verneuil) qui termine au sud la Chaîne Ibérique et comprend la Cordillère Hespérique.

2. Les Espagnols désignent sous le nom de Muela (tertre, dent molaire) une butte aux contours arrondis ; le mot Sierra (scie) est réservé aux chaînes de montagnes aux bords escarpés.

les conseils de M. Muuier-Chalmas, et que j'ai continuée pendant les belles saisons de 1891 et de 1893.

La carte ci-jointe (fig. 1) sur laquelle j'ai tracé, d'après les travaux de Federico de Botella, la courbe de niveau de 1000 mètres, montre nettement l'existence du plateau de Teruel et ses relations



Fig. 1. — CARTE DE L'ESPAGNE,
MONTRANT LA COURBE DU NIVEAU DE 1000 MÈTRES
(d'après F. de Botella).

I. Chaîne des Pyrénées. — II. Chaîne Serratique. — III. Chaîne Carpétane. —
IV. Chaîne Marianique. — V. Chaîne Bétique. — VI. Chaîne Ibérique. — VII. Chaîne
Hespérique.

avec les Chaînes Ibérique et Hespérique. Une vallée, occupée aujourd'hui par le Jiloca et le Guadalaviar, coupe le plateau du nord au sud ; cette dépression très ancienne existait déjà à l'époque tertiaire et mettait en communication le bassin de l'Ebre avec

les bassins tertiaires de Valence et d'Alicante; je la désignerai sous le nom de vallée de l'Idubeda (*Cañada del Idubeda*)¹.

Ce plateau joue un rôle très important dans l'hydrographie de la Péninsule Ibérique; c'est en effet dans sa partie orientale que naissent plusieurs des fleuves les plus importants de l'Espagne, dont les uns, comme le Tage, sont tributaires de l'Océan Atlantique, tandis que d'autres, comme le Jucar, le Cabriel, le Guadalaviar, portent leurs eaux dans la Méditerranée; aussi cette partie de la péninsule peut-elle être considérée comme le nœud hydrographique de l'Espagne, et les collines des environs d'Albarracin sont-elles souvent désignées sur les cartes sous le nom de Monts Universels (*Montes Universales*).

B. — Orographie de la région.

L'altitude moyenne du plateau dépasse 1250 mètres; il est dominé par un certain nombre de Sierras, méritant à peine le nom de collines, dont la hauteur varie de 1500 à 1800 mètres et dépasse 2000 mètres seulement en quelques sommets. Je vais passer rapidement en revue les plus importantes de ces collines.

1^o CHAÎNE HESPÉRIQUE.

A l'est de la vallée de l'Idubeda, la Chaîne Hespérique se termine par la *Sierra Menera* et la *Sierra de Albarracin*, formées presque uniquement de terrains primaires; le *San Gines* (1497 mètres) est le sommet le plus élevé de la première de ces chaînes, et la seconde atteint 1882 mètres à la *Sierra Alta*.

Les contreforts jurassiques et crétacés de la Sierra Alta sont connus sous le nom de *Montes Universales*; ils forment une série de chaînons plus ou moins parallèles dont les sommets sont généralement occupés par des couches crétacées horizontales, et présentent la forme désignée sous le nom de *Muela*; ces hauteurs séparent de profondes vallées, d'orientation générale N.-S. J'ai déjà signalé l'importance des Montes Universales dans l'hydrographie de l'Espagne; mais cette importance n'est pas due à leur altitude, qui dépasse assez rarement 1600 mètres: la *Muela de San Juan*

1. F. de BOTELLA. — Geografía morfológica y etiológica, p. 73. Madrid, 1886.

(source du Tage et du Guadaliavar) atteint 1870 mètres, et le *Monte Jabalon* 1692 mètres.

2° CHAÎNE IBÉRIQUE.

La Chaîne Ibérique, à son extrémité méridionale, se compose de deux séries de hauteurs parallèles séparées par la vallée tertiaire de l'Idubeda; les collines les plus occidentales, assez peu élevées, atteignent leur point culminant dans la *Sierra de Santa Cruz* au *Pic de la Almenara* (1423 mètres); à l'est de la vallée, la Chaîne Ibérique prend successivement le nom de *Sierra de Virgen*, *Sierra de Vicor*, *Sierra de Cucalon*; sa direction générale est N.O.-S.E. et le pic de *Nostra Santa de Herrera* (1360 mètres) en est un des sommets les plus élevés.

3° PLATEAU DE TERUEL, PROPREMENT DIT.

J'ai indiqué précédemment que l'axe ancien de la Chaîne Ibérique disparaissait à Montalban; la Sierra de Cucalon est déjà formée en grande partie par des sédiments crétacés; elle se prolonge par la *Sierra de San Just*, formée des mêmes sédiments, mais dirigée de l'ouest à l'est et atteignant en plusieurs points la hauteur de 1560 mètres. La Sierra de San Just fait partie de la bordure méridionale du bassin de l'Èbre; mais la véritable limite géographique de ce bassin doit être cherchée un peu plus au sud, dans la *Sierra de Gudar*, qui traverse toute la partie orientale du plateau et dont se détachent de chaque côté de nombreuses collines orientées N.N.O.-S.S.E.; toute cette région constitue la partie la plus élevée de l'Idubeda, et son altitude moyenne dépasse 1450 mètres; elle est surmontée par de nombreux sommets qui la dominent à peine, quoique les plus élevés atteignent 1894 mètres (*Monte Tarascon*) et 1757 mètres (*La Palomita*).

Les deux dernières chaînes, la Sierra de San Just et la Sierra de Gudar, qui limitent au sud le bassin de l'Èbre, sont sensiblement perpendiculaires à la direction générale de la vallée de l'Idubeda. Parallèlement à cette vallée et dans le prolongement même de la Chaîne Ibérique, nous trouvons plusieurs collines bien accusées :

A. La *Sierra Palomera*, qui atteint 1529 mètres à la *Peña Palomera*; elle s'élève brusquement au milieu de la grande vallée tertiaire et sépare les bassins miocènes du Jiloca et de l'Alfambra.

B. Une série de hauteurs qui prennent successivement les noms

de *Sierra de San Jaime*, *Sierra Camarena*, *Sierra Javalambre*, et qui limitent à l'est les bassins de l'Alfambra et du Guadalaviar. Quoique à peine plus élevée que la Sierra de Gudar, cette ligne de hauteurs présente beaucoup plus nettement le caractère montagneux, à cause du voisinage de la vallée tertiaire. Son altitude va d'ailleurs en croissant du nord au sud : elle est de 1745 mètres au *San Jaime*, de 1901 à la *Sierra de Camarena*, et atteint 2020 mètres au *Pic de Javalambre* : à partir de ce point, la chaîne s'abaisse rapidement, en bordant toujours à l'est le cours du Guadalaviar.

La carte hypsométrique d'Espagne montre que le Plateau de Teruel s'étend à l'est jusqu'à une distance assez faible de la Méditerranée ; la courbe de niveau de 500 mètres est sensiblement parallèle à la côte entre Tortosa et Sagunto et en est distante de moins de 25 kilomètres. Le long de ce bord oriental on peut observer, non pas une série continue de hauteurs dominant le plateau, mais un certain nombre de massifs reliés par des collines à peine sensibles, séparant les affluents de l'Ebre de plusieurs petits cours d'eau qui descendent directement à la mer. Le principal sommet est la *Peña Golosa* (1813 mètres), qui domine les vallées du Mijares et de ses affluents ; plus au nord se trouvent la *Muela de Ares* et la *Peña del Bel*, qui dépassent 1300 mètres. Cette série de hauteurs se prolonge jusqu'à Mora de Ebro ; mais toute cette région n'est qu'une apophyse du Plateau de l'Idubeda, séparant la partie la plus basse du bassin de l'Ebre des dépôts récents du bord de la Méditerranée ; aussi cette situation particulière entre deux grandes dépressions accuse-t-elle le caractère montagneux de cette contrée, dont l'altitude relativement faible diminue de 1400 mètres à moins de 600 mètres.

C. Hydrographie de la région

Un grand nombre de fleuves et de rivières prennent naissance dans ce vaste plateau de l'Idubeda. Comme je l'ai déjà dit, les uns sont tributaires de l'Océan, les autres de la Méditerranée. Je vais les passer rapidement en revue, en décrivant tout d'abord l'hydrographie de la partie occidentale du plateau, celle qui se trouve à l'ouest de la grande coupure de l'Idubeda et qui correspond à la Chaîne Hespérique.

1° TAGE. — Le Tage prend sa source à *Fuente Garcia* (1593 m.)

au pied de la Muela de San Juan (1870 m.), un des sommets les plus élevés des Montes Universales. Son cours supérieur, orienté S.E.-N.O., est sensiblement parallèle à la direction de la Chaîne Hespérique telle que je l'ai définie; aux environs de Trillo, le Tage quitte les hauts plateaux pour entrer dans le bassin tertiaire de la Nouvelle Castille. Ses premiers affluents de droite, le *Cabritta* et le *Gallo*, descendent de la Sierra de Albarracin et recueillent les eaux de la Sierra Menera, c'est-à dire de l'axe même de la Chaîne Hespérique, tandis que les premiers affluents de gauche, le *Guadiela* et le *Cuervo*, naissent sur le bord occidental du plateau et au Cerro de San Felipe, qui en est le point culminant.

2° JUCAR. — Au même Cerro prend naissance le Jucar, qui de Tragacete à Cuenca coule vers le S. O., dans des ravins souvent très profonds creusés dans le Jurassique et le Crétacé. A Cuenca, il pénètre dans le plateau tertiaire de la Nouvelle Castille et recueille les eaux de toute la partie sud-est de ce plateau pour les conduire à la Méditerranée près de Cullera.

3° CABRIEL. — Le cours du Cabriel est sensiblement parallèle à celui du haut Jucar; cette rivière naît près de Frias, à quelques kilomètres à peine des sources du Tage; après avoir reçu de nombreux affluents qui descendent de la partie méridionale des Montes Universales et le *Rio Guadazaon* qui lui apporte les eaux de la Sierra de Valdemeca, il se réunit au Jucar dans la province de Valencia, à Cofrentes.

Les différents cours d'eau que je viens de citer intéressent seulement le bord occidental du Plateau de Teruel, c'est-à-dire la Chaîne Hespérique proprement dite. Le Guadalaviar et le Jiloca, dont je vais parler maintenant, recueillent les eaux de la partie médiane du plateau et coulent dans cette dépression nord-sud que j'ai désignée sous le nom de Vallée de l'Idubeda.

4° GUADALAVIAR ¹. — Le Guadalaviar prend sa source au pied de la Muela de San Juan, à 8 kilomètres environ de Fuente Garcia (naissance du Tage). Il coule d'abord de l'ouest à l'est, sur le versant nord des Montes Universales, depuis Griegos jusqu'à Albarracin et Gea. Dans tout ce parcours, le lit du fleuve est fortement en-

1. Le *Guadalaviar* est quelquefois désigné sur les cartes sous les noms de *Rio Turia* ou encore *Rio Blanco*. Les habitants du pays se servent assez communément de la première dénomination; la seconde n'est que la traduction castillane du mot *Guadalaviar* tiré de l'arabe.

caissé et bordé par de hautes murailles de calcaire jurassique; c'est ainsi qu'à Albarracin, le Guadalaviar traverse la ville dans un ravin (barranco) ayant près de 200 mètres de profondeur.

Malgré les nombreux petits ruisseaux qui viennent se joindre au haut Turia durant tout ce parcours, le débit du fleuve est relativement peu important, sauf après les grandes pluies ou au moment de la fonte des neiges; pendant la belle saison le fleuve peut se traverser à pied dans presque tous les endroits où son lit est accessible.

A Gea, le Guadalaviar entre dans le bassin tertiaire de Teruel et son cours devient plus régulier; il coule vers l'est jusqu'à Teruel, mais là, il change brusquement de direction et se dirige vers le S.S.E. en suivant l'axe même de l'ancienne dépression de l'Idubeda. Au sud d'Ademuz, le Guadalaviar quitte la vallée tertiaire, traverse les chaînes secondaires du royaume de Valence et va se jeter dans la Méditerranée à quelques kilomètres de cette capitale.

Son affluent le plus important est le *Rio Alfambra*, qui prend naissance dans la Sierra de Gudar et se dirige d'abord vers le N. O., à travers le haut plateau crétacé d'Aliaga; mais bientôt le Rio franchit le prolongement de la Sierra de San Jaime, change brusquement de direction et entre dans la vallée tertiaire de l'Idubeda; il coule alors vers le S.S.O. au milieu de sédiments miocènes qui le bordent sans interruption jusqu'à Teruel, où il se réunit au Guadalaviar. Jusqu'à leur confluent, les directions générales des deux rivières sont donc à angle droit; mais, à partir de Teruel, comme je l'ai dit plus haut, le fleuve Guadalaviar, ayant tourné brusquement vers le sud, a épousé la direction de son affluent et suivi comme lui l'ancienne vallée tertiaire; on ne saurait donc mieux comparer les deux rivières espagnoles qu'au Rhône et à la Saône, en France. A leur confluent, le débit moyen du Turia est un peu plus important que celui de son affluent l'Alfambra, mais le cours de ce dernier est beaucoup plus long que celui du fleuve lui-même.

5° JILOCA. — Dans la partie occidentale de la même vallée miocène, parallèlement à l'Alfambra, mais avec une direction opposée, coule le Jiloca, sous-affluent de l'Ebre, qui va se jeter dans le Jalon à Calatayud. Il prend sa source près de Cella (1041 mètres) à 12 kilomètres à peine du cours du Guadalaviar, dont il est séparé par un bombement à peine sensible qui interrompt la vallée tertiaire un peu au nord de Teruel; dans cette région, la limite des bassins de l'Ebre et du Guadalaviar n'est pas plus indiquée que celle des bassins de la Seine et de la Loire au nord d'Orléans. Pendant tout

son cours supérieur, de Cella à Monreal del Campo, le Jiloca est séparé de l'Alfambra par la chaîne jurassique de la Peña Palomera; mais dans toute cette partie, c'est à peine si la rivière existe : toutes les eaux de la fontaine de Cella et celles des nombreux ruisseaux qui descendent de la Peña Palomera et des contreforts jurassiques de la Sierra d'Albarracin sont recueillies dans des canaux d'irrigation, et servent à fertiliser la plaine étroite qui s'étend de Cella à Villafranca ; aussi quelques géographes ont-ils placé, à tort, les sources du Jiloca aux environs de Monreal del Campo. Dans tout son cours inférieur, le Jiloca suit la bordure occidentale de l'ancienne vallée tertiaire qui, à partir de Calamocha, occupe l'axe même de la Chaîne Ibérique.

6° AFFLUENTS DE L'EBRE. — De nombreux affluents de l'Ebre prennent leur source dans la partie septentrionale du plateau de l'Idubeda. Le *Rio Huerva*, le *Rio Aguas* et son affluent le *Rio Almonacid*, le *Rio Martin* descendent de l'un ou de l'autre versant de la Sierra de Cucalon ; après avoir suivi pendant un certain temps la direction même de la chaîne ancienne, ils en traversent les contreforts jurassiques et pénètrent dans la plaine de l'Ebre en suivant des lignes de plus grande pente sensiblement parallèles.

Le *Rio Guadalope* prend naissance au centre même de la partie orientale du plateau de Teruel, dans la Sierra de Gudar, à quelques kilomètres à peine des sources de l'Alfambra. Il reçoit la plus grande partie des eaux qui ruissellent entre les deux chaînes parallèles de Gudar et de San Just ; à Mas de las Matas il entre dans la plaine tertiaire de l'Ebre et son cours devient alors parallèle à ceux des affluents dont je viens de parler.

Le *Rio Bergantes*, qui descend de la Muela de Ares, vient se réunir au Guadalope près de Mas de las Matas et lui apporte une grande partie des eaux du bord oriental du plateau ; les autres se réunissent pour former le *Matarraña*, qui prend sa source près de Morella et va se jeter dans l'Ebre à Fayon.

7° RIVIÈRES SE JETANT DIRECTEMENT DANS LA MÉDITERRANÉE. — Un grand nombre de petites rivières, sensiblement parallèles, descendent de la partie orientale du plateau et se jettent dans la Méditerranée après un trajet le plus souvent très court ; la plus importante de beaucoup est le *Rio Mijares*, qui prend naissance dans les Sierras de Gudar et de San Jaime et vient tomber dans la Méditerranée un peu au sud de Castellon, après avoir reçu de nombreux ruisseaux qui descendent de la Peña Golosa et de la Sierra de Java-

lambre : le plus considérable d'entre eux est le *Montleo* qui contourne au nord la Peña Golosa.

Enfin, entre le Mijares et le Turia, et séparé de chacun d'eux par des contreforts de la Sierra Javalambre, coule le *Rio Palancia*, qui prend naissance au sud-ouest de la province de Teruel et va se jeter dans la Méditerranée près de Sagunto ; son cours N.O.-S.E. est sensiblement parallèle à celui du Mijares.

Après cette rapide description du Plateau de Teruel, je vais étudier successivement chacun des terrains qui entrent dans sa constitution géologique, en insistant spécialement sur les axes primaires des Cordillères Ibérique et Hespérique et sur leurs contreforts triasiques et jurassiques. Le grand affleurement crétacé d'Aliaga et de Morella, qui s'étend à la limite des royaumes d'Aragon et de Valence, fera l'objet d'un travail ultérieur et je ne décrirai ici que les lambeaux crétacés qui se trouvent dans l'axe même des deux cordillères et qui sont les témoins de la grande transgression des mers albienne et cénomanienne. Enfin, j'étudierai rapidement le bassin tertiaire de la vallée de l'Idubeda qui faisait communiquer les lagunes et les lacs oligocènes et miocènes de l'Ebre avec ceux de Valence et du Sud de l'Espagne. Ce travail se termine par quelques considérations sur l'histoire géologique de la région et sur les mouvements qui l'ont affectée aux diverses époques.

BIBLIOGRAPHIE

D'assez nombreux travaux ont été publiés sur le Sud de l'Aragon ; dans la liste qui termine ce chapitre, j'ai indiqué seulement ceux qui renferment des renseignements géologiques spéciaux à la région que j'ai parcourue.

L'étude de ces différents travaux montre qu'on peut distinguer trois périodes bien nettes dans l'histoire des progrès de la géologie du Sud de l'Aragon :

La première période (1754-1850) comprend les « *Introductions à l'histoire naturelle de l'Espagne* » qui ont paru dans la seconde moitié du siècle dernier, ainsi que diverses notes locales publiées de 1840 à 1850 sur les environs de Libros, où l'on exploitait activement le soufre, et sur le district d'Albarracin, riche en minerais de fer ; malgré l'intérêt de ces dernières notes, cette période est assez peu importante, et la géologie du Sud de l'Aragon était presque entièrement ignorée en 1850, lors des premiers voyages que de Verneuil fit dans la péninsule.

La deuxième période correspond aux travaux de E. de Verneuil, de ses divers collaborateurs et de ses contemporains. De 1850 à 1869, de Verneuil publia, seul ou en collaboration avec Casiano de Prado, Collomb, de Loria et Lartet, de très nombreuses notes géologiques qui intéressent l'Aragon et les régions voisines, et dans lesquelles sont indiqués de main de maître les grands traits de la constitution géologique de cette partie de l'Espagne. La seconde édition de la Carte géologique de l'Espagne, publiée en 1869 par de Verneuil et Collomb, est demeurée, jusqu'en ces dernières années, la meilleure carte de la péninsule : elle constitue un véritable monument scientifique et place ses auteurs, et en particulier de Verneuil, au premier rang des géologues qui ont étudié l'Espagne. A la même

époque (1865-1869), Coquand publiait des études paléontologiques et géologiques qui complétaient les travaux de E. de Verneuil sur la région de Teruel, et Vilanova faisait paraître une belle description géognostique de cette province.

Depuis 1873, la Commission de la Carte géologique d'Espagne a publié dans son *Boletín* et dans ses *Memorias* de nombreuses notes et monographies régionales ; sous la direction de Fernandez de Castro et de M. Egozcue y Cia, de savants ingénieurs ont étudié avec détail les diverses provinces et complété les renseignements dus aux géologues dont j'ai cité les noms plus haut. A cette troisième période se rattachent les études de Donayre (1873) et de M. Palacios (1892) sur la province de Saragosse, de M. de Cortázar (1885) et de M. Leandro Calvo (1895) sur la province de Teruel.

Je vais examiner rapidement les plus importants de ces différents travaux en indiquant en quelques mots leurs principaux résultats ; une courte analyse bibliographique, placée au début de chacun des chapitres qui suivent, montrera la part qui revient, dans la description géologique du Sud de l'Aragon, aux différents géologues qui m'ont précédé et particulièrement à ceux qui appartiennent aux deux dernières périodes.

Dans leurs *Introductions à l'histoire naturelle de l'Espagne*, J. TORRUBIA [56] et plus tard BOWLES [11] signalent le gisement fossilifère de Concud ; mais ils rapportent à l'homme et aux animaux domestiques les os des Mammifères du Miocène supérieur et croient trouver à Concud les traces d'une grande bataille ou encore du déluge de la Bible, ce qui n'est pas étonnant si l'on songe aux dates de publication de leurs écrits.

En 1841, MAX BRAUN [12] publia une note très intéressante sur le gisement de soufre de Libros ; il donna du Tertiaire de cette localité une coupe très détaillée et très complète, qui, depuis, a été reproduite, souvent sans modification, par les auteurs qui ont décrit la province.

AMALIO MAESTRE [46], en 1845, confirma les études de Braun et donna une bonne description des environs de Teruel : s'il ne précisa pas l'âge du gisement fossilifère de Concud, il montra du moins qu'il ne renfermait pas d'ossements actuels ou quaternaires ; le premier, il signala dans ces terrains la présence de cristaux de *dolomie*, qu'il considérait comme non décrits et qu'il désignait sous le nom de *Teruelite*.

La description géologique du district d'Albarracin [53], par SANTIAGO RODRIGUEZ, est le premier travail géologique réellement important qui ait été publié sur cette région. Le savant ingénieur donne une excellente description des environs d'Albarracin, de Torres et de toute la Sierra Alta; il étudie avec soin les quartzites et les schistes primaires d'Orihuela et de Noguera, le Trias et les calcaires dolomitiques de Torres, le Lias fossilifère, l'Oolithe et l'Oxfordien des environs d'Albarracin; presque toutes les conclusions de ce travail ont été confirmées par les observations ultérieures, et la note de Santiago Rodriguez est tout à fait remarquable, eu égard à l'époque à laquelle elle a été publiée [1851].

C'est de la même époque que datent les premières publications de E. DE VERNEUIL sur la Péninsule Ibérique; je n'examinerai ici que les principaux résultats publiés par le savant français et ses collaborateurs et, dans l'étude des différents terrains, j'insisterai sur l'importance de leurs découvertes.

A la suite de leur voyage en Espagne en 1852, DE VERNEUIL et COLLOMB [61] signalent la présence du Cénomanien à la Muela de San Juan, de l'Oxfordien et du Lias dans les Sierras Camarena et Javalambre, et surtout dans les Montes Universales; du Trias, représenté par ses trois termes habituels, dans la Sierra d'Albarracin, et des quartzites siluriens de Collado de la Plata, de Torres et d'Orihuela. Les traits généraux de la géologie de la Chaîne Hespérique étaient ainsi fixés par les deux savants français, qui, dans leur voyage, furent souvent aidés et guidés par l'éminent ingénieur CASIANO DE PRADO.

L'année suivante, DE VERNEUIL et DE LORIÈRE [64] parcoururent la Chaîne Ibérique et le Plateau de Teruel; dans leur relation de voyage, ils indiquent l'existence de deux chaînes siluriennes bordant de chaque côté la vallée tertiaire du Jiloca, et décrivent rapidement les contreforts secondaires de la Chaîne Ibérique et les assises tertiaires qui les recouvrent. Le Plateau de Teruel, avec les arêtes jurassiques de la Palomera et de la Sierra de San Jaime, la grande région crétacée d'Aliaga et de San Just et les lambeaux miocènes relevés à plus de 1,500 mètres d'altitude sont très nettement indiqués dans ce travail.

Dix ans plus tard, DE VERNEUIL et LARTET [68] étudiaient de nouveau l'extrémité de la Chaîne Ibérique et, en particulier, les environs de Segura. La coupe géologique de La Josa à Torre los Negros, qui montre nettement l'existence du Dévonien, du Trias, du Crétacé

terminé par les calcaires à *Lychnus* et du Tertiaire, donne une idée très nette de la constitution géologique de la région ; cette même note contient des renseignements très intéressants et très précis sur le Jurassique et le Crétacé des environs de Montalban et d'Obon.

DE VERNEUIL publia en outre beaucoup de petites notes précisant certains points de la géologie espagnole et communiqua à D'ARCHIAC un assez grand nombre de documents qui se retrouvent dans les différents volumes de l'Histoire des progrès de la géologie [4].

Les travaux de COQUAND [22 à 25] sur la géologie de la province de Teruel intéressent surtout le plateau crétacé, riche en lignites, des environs d'Utrillas et d'Aliaga. Coquand montre l'importance géologique et industrielle de l'Aptien et signale la présence du Gault et de toute la série crétacée supérieure, très bien développée dans une partie du Plateau de Teruel que je ne décrirai pas dans mon travail. Coquand décrivit en outre la bordure jurassique septentrionale de ce bassin crétacé et montra, contrairement à l'opinion d'Alcibar, qu'il n'existe nulle part « aucune promiscuité, dans un même banc, des fossiles de la période jurassique entière et même d'espèces tertiaires », que les différentes zones du Lias sont partout nettement tranchées et caractérisées par leurs faunes habituelles, et enfin que l'Oolithe inférieure et le Kiméridgien sont souvent bien représentés dans la région.

Le premier travail d'ensemble qui ait paru sur la province de Teruel est un *Essai de description géognostique*, dû à VILANOVA [72] ; dans ce livre, où l'on trouve des renseignements très intéressants sur la géographie, la météorologie et l'agronomie, la partie relative à la géologie proprement dite manque parfois d'intérêt. Vilanova s'attacha surtout à la description pétrographique des principaux terrains et à leur extension dans la province ; il donna de très longues listes de fossiles, trouvés par ses prédécesseurs et par lui, et chercha à démontrer, par ces listes, que tous les étages des séries jurassique et crétacée sont représentés dans la région ; malheureusement, les coupes détaillées et les faits nettement précisés sont rares dans le travail de Vilanova, et ses successeurs n'ont retenu, le plus souvent, que les faits déjà indiqués par de Verneuil.

Les travaux des membres de la Commission de la Carte géologique ont une importance beaucoup plus grande, et je reviendrai, à différentes reprises, sur les principaux résultats obtenus par les ingénieurs qui ont décrit le Sud de l'Aragon.

En 1873, MARTIN DONAYRE [30] donna une excellente description

géologique de la province de Saragosse, où sont nettement indiquées l'extension et la faune des principaux terrains rencontrés dans la province.

En 1893, M. PALACIOS [51] reprit l'étude de la région méridionale de la même province et en particulier des environs de Daroca; sa note est de beaucoup la plus complète parmi toutes celles qui ont été publiées sur cette région. La description qu'il nous donne de la partie ancienne de la Chaîne Ibérique est très remarquable; elle m'a été fort utile et j'aurai l'occasion d'en citer les principaux résultats.

L'Esquisse géologique de la province de Teruel, par M. DE CORTÁZAR [27], est l'un des travaux les plus intéressants qui aient été publiés par la Commission de la Carte géologique d'Espagne; c'est dans la province de Teruel que j'ai fait les recherches les plus nombreuses et c'est elle, en grande partie, qui fait l'objet de ce travail: je serai donc souvent amené à parler du mémoire de M. de Cortázar. De Verneuil, qui avait parcouru rapidement la région, avait seulement tracé les grands traits de sa constitution géologique; M. de Cortázar précise l'extension des différents terrains, en indique nettement les divers faciès et fait connaître la faune de très nombreuses localités fossilifères. Les excursions faites par M. de Cortázar ont été trop peu nombreuses pour lui permettre d'étudier en détail les différents étages et de distinguer, par exemple, les divers termes des séries jurassique et crétacée; mais les horizons les plus fossilifères y sont toujours nettement précisés. D'ailleurs le savant géologue espagnol s'était proposé de « résumer rapidement la géologie et la géographie de la province »; or son mémoire est plus qu'un résumé et sa carte mieux qu'une esquisse.

Tout récemment, M. LEANDRO CALVO [18] publia une étude des environs d'Albarracin. L'auteur, qui habite la région et qui l'a parcourue avec soin, en donne une excellente description pétrographique; les coupes détaillées qui accompagnent ce travail montrent nettement la succession des différentes faunes du Lias, du Jurassique moyen, et de la base du Jurassique supérieur; mais il me faut faire quelques réserves au point de vue paléontologique et la succession des faunes indiquée par l'auteur ne me paraît pas conforme à la réalité; quoi qu'il en soit, le travail de M. Calvo est des plus intéressants *au point de vue stratigraphique*.

LISTE DES OUVRAGES RELATIFS A LA GÉOLOGIE DU SUD DE L'ARAGON

1. **Alcibar (Martínez).** — 1856. Sobre el carbon mineral de la provincia de Teruel — *Revista Minera*, t. VII.
2. **Alcibar (Martínez).** — 1862. Monografía geognostica de la cuenca carbonifera de Val de Arino.
3. **Aldana (Lucas de).** — 1862. Memoria sobre los depositos carboniferos de Utrillas y Gargallo — *Revista Minera*, t. XIV.
4. **Archiac (d').** — 1844-1859. Histoire des progrès de la géologie, t. II, V, VII, VIII.
5. **Barrande.** — 1839. Etat actuel des connaissances acquises sur la faune primordiale — *B. S. G. F.*, 2^e sér., t. XVI.
6. **Bory de Saint-Vincent.** — 1823. Guide du voyageur en Espagne.
7. — — 1827. Résumé géographique de la péninsule ibérique.
8. **Botella y de Hornos (de).** — 1879. Mapa geológico de España y Portugal. Madrid. Echelle 1 : 2.000.000.
9. **Botella y de Hornos (de).** — 1890. Mapa hipsometrico de España y Portugal Madrid. Echelle 1 : 2.000.000
10. **Botella y de Hornos (de).** — 1892. España y sus antiguos mares, las formas, las causas, las leyes. Madrid.
11. **Bowles (Guillermo).** — 1775. Introduccion à la historia natural y la geografia fisica de España. Madrid — (Traduction par le Vicomte de Flavigny. Paris, 1776.)
12. **Braun (Max.).** — 1841. Note sur un gisement de soufre et sur le terrain qui le renferme dans la province de Teruel — *B. S. G. F.*, 1^{re} sér., t. XII, p. 169.
13. **Calderon (Salvador).** — 1876. Enumeración de los Vertebrados fósiles de España — *An. Soc. Esp. Hist. Nat.*, t. V.
14. **Calderon (Salvador).** — 1885. Ensayo orogénico sobre la Meseta central de España — *An. Soc. Esp. Hist. Nat.*, t. XIV.
15. **Calderon (Salvador).** — 1886. Aperçu général du relief et régions géologiques de l'Espagne — *Annuaire du Dr Dagincourt*, t. II, page 156.
16. **Calderon (Salvador).** — 1888. Consideraciones del professor Suess sobre la Meseta central española — *An. Soc. Esp. Hist. Nat.*, t. XVII, Actas, p. 123.
17. **Calderon (Salvador).** — 1896. Origen de la sal común y de los sulfatos de los terrenos terciarios lacustres de la peninsula — *An. Soc. Esp. Hist. Nat.*, 2^{me} sér., t. IV.
18. **Calvo (Leandro).** — 1893. Geología de los alrededores de Albarracin — *Bol. Com. Map. geol. Esp.*, t. XX.

19. **Choffat.** — 1880. Etude stratigraphique et paléontologique des terrains jurassiques du Portugal — (Section des travaux géologiques du Portugal).
20. **Choffat.** — 1887-1893. Article Espagne dans l'*Annuaire géologique universel*.
21. **Comisión del Mapa geológico de España.** — 1889-1893. Cartes géologiques de l'Espagne. Echelles 1 : 400.000 et 1 : 1.500.000.
22. **Coquand.** — 1865. Monographie de l'étage aptien de l'Espagne. Marseille.
23. — 1866. Modifications à apporter dans le classement de la craie inférieure — *B. S. G. F.*, 2^e sér., t. XXIII.
24. **Coquand.** — 1869. Description géologique de la formation crétacée de la province de Teruel (ancien royaume d'Aragon) — *B. S. G. F.*, 2^e sér., t. XXVI.
25. **Coquand.** — 1869. Monographie du genre *Ostræa*. Terrain crétacé. Marseille.
26. **Cortázar (de).** — 1875. Descripción física, geológica y agrológica de la provincia de Cuenca — *Mem. Com. Map. geol. Esp.*, t. III.
27. **Cortázar (de).** — 1885. Bosquejo físico, geológico y minero de la provincia de Teruel — *Bol. Com. Map. geol. Esp.*, t. XII.
28. **Dereims.** — 1893. Nouvelles observations sur la géographie physique du Plateau de Teruel — *Annales de Géographie*, t. II.
29. **Deslongchamps (E.).** — 1863. Brachiopodes recueillis par M. de Verneuil dans le Lias de l'Espagne — (Etudes critiques sur des Brachiopodes nouveaux ou peu connus, 1^{er} vol., p. 64, pl. XI et XII).
30. **Donayre (Martin).** — 1873. Bosquejo de una descripción física y geológica de la provincia de Zaragoza — *Mem. Com. Map. geol. Esp.*, t. I.
31. **Ezquerria del Bayo.** — 1845. Indicaciones geognosticas sobre las formaciones terciarias del centro de España — *Anales de Minas*, t. III.
32. **Ezquerria del Bayo.** — 1850. On the geology of Spain — *Quart. Journ. geol. Soc. London*, t. VI.
33. **Ezquerria del Bayo.** — 1850. Structura geológica de España — *Mem. real. Acad. Ciencias, Madrid* vol. I; part. I, p. 35, part. II, p. 73.
34. **Ezquerria del Bayo.** — 1850. Sobre la geologia de España — *Mem. real. Acad. Ciencias Madrid*.
35. **Ezquerria del Bayo.** — 1854-1857. Ensayo de una descripción general de la structura geológica de España — *Mem. real. Acad. Ciencias, Madrid*.
36. **Gervais (P.).** — 1852. Description des ossements fossiles de Mammifères rapportés d'Espagne par MM. de Verneuil, Collomb et de Loriaire — *B. S. G. F.*, 2^e sér., t. X.
37. **Guzman (Narciso).** — 1855. Apuntes sobre las principales minas de los distritos de Torres y Gea, en la provincia de Teruel — *Revista Minera*, t. VI.
38. **Hausman.** — 1830. Sur la constitution géologique de l'Espagne — *Annales des Mines*, 2^e sér., t. VII.
39. **Humbolt (de).** — 1823. Sur la forme et le climat du plateau de la Péninsule ibérique — *Hertha*, vol. IV.
40. **Jacquot.** — 1866. Esquisse géologique de la Serrania de Cuenca — *Annales des Mines*, t. IX.
41. **Landerer (Jose).** — 1878. Ensayo de una descripción del piso tenénico. — *Mem. Hist. nat.*, t. VII.

42. **Leplay.**— 1834. Itinéraire d'un voyage en Espagne — *Annales des Mines*, 3^e sér. t. V.
43. **Mac-Pherson.** — 1879. Breve noticia acerca de la especial estructura de la peninsula iberica — *An. Soc. Esp. Hist. Nat.*, t. VIII.
44. **Mac-Pherson.** — 1886. Relacion entre la forma de las costas de la peninsula iberica, sus principales lineas de fractura y el fondo de sus mares — *An. Soc. Esp. Hist. Nat.*, t. XV.
45. **Mac-Pherson.**— 1888. Del caracter de las dislocaciones de la peninsula iberica — *An. Soc. Esp. Hist. Nat.*, t. XVII.
46. **Maestre (Amalio).** — 1845. Descripcion geognostica y minera del distrito de Cataluña y Aragon — *Anales de minas*, t. III.
47. **Maestre (Amalio).** — 1863. Carte géologique de l'Espagne et du Portugal. Echelle 1 : 2.000.000.
48. **Mallada.** — 1875-1891. Sinopsis de las especies fósiles que se han encontrado en España — *Bol. Com. Map. geol. Esp.*: Sistemas paleozóicos, t. II, 1875; Sistema triasico, t. VII, 1880; Sistema jurásico, t. XI, 1884; Sistema cretaceo t. XIV, 1887. — Catalogo general de las especies fósiles encontradas en España, t. XVIII, 1891.
49. **Neumayr.** — 1835. Die geographische Verbreitung der Juraformation.
50. **Paillette.** — 1849. Sur les formations tertiaires de l'Espagne — *Quart. Journ.*, vol. VI.
51. **Palacios.** — 1892. Reseña geológica de la región meridional de la provincia de Zaragoza — *Bol. Com. Map. geol. Esp.*, t. XIX.
52. **Quiroga.** — 1873. La Teruelita — *An. Soc. Esp. Hist. Nat.*, t. II.
53. **Rodriguez (Santiago).** — 1851. Descripcion geológica del antiguo corregimiento de Albarracin en la provincia de Teruel — *Revista Minera*, t. II, pages 39, 65, 451.
54. **Soba (Fernandez).** — 1865. Datos para la historia de los restos fósiles de los grandes mamíferos enterados en las capas terrestres de España — *Revista minera*, t. XVI.
55. **Thalacker.** — 1873. Observacion geognostica desde Madrid a Teruel — *An. Soc. Esp. Hist. Nat.* t. II.
56. **Torrubia.** — 1754. Aparato para la historia natural española, avec 14 planches de fossiles.
57. **Verneuil (de).**— 1850. Notice on the geological structur of Spain — *Report of the British Association*.
58. **Verneuil (de).** — 1852. Notice sur la structure géologique de l'Espagne — *Annuaire de l'Institut des provinces*.
59. **Verneuil (de).** — 1852. Del terreno cretaceo en España — *Revista minera*, t. III, p. 339, 361, 464.
60. **Verneuil (de).** — 1853. Nota con motivo de dos cortes geológicos generales — *Revista minera*, t. IV.
61. **Verneuil (de) et Collomb.** — 1853. Coup d'œil sur la constitution géologique de quelques provinces de l'Espagne — *B. S. G. F.*, 2^e sér., t. X.
62. **Verneuil (de) et Collomb.** — 1853. Note à l'occasion de deux coupes géologiques faites à travers l'Espagne, du nord au sud et de l'est à l'ouest —

- C. R. Ac. Sc.*, t. XXXVI, p. 496. — Note traduite en espagnol dans *Revista minera*, t. IV, 1853.
63. **Verneuil (de)**. — 1853. Notice sur la structure géologique de l'Espagne — *Annuaire Institut des provinces*. Caen.
64. **Verneuil (de) et Lorière (de)**. — 1854. Observations géologiques et tableau des altitudes observées en Espagne pendant l'année 1853 — *B. S. G. F.*, 2^e sér., t. XI.
65. **Verneuil (de) et Lorière (de)**. — 1854. Resumen de las proposiciones mas importantes deducidas del viaje geológico por algunas provincias de España — *Revista minera*, t. V.
66. **Verneuil (de), Collomb et de Lorière**. — 1855. Note pour accompagner le tableau orographique d'une partie de l'Espagne — *C. R. Ac. Sc.*, t. XL.
67. **Verneuil (de) et Collomb**. — 1856. Observations géologiques et barométriques faites en Espagne en 1855 — *B. S. G. F.*, 2^e sér., t. XIII.
68. **Verneuil (de) et Lartet**. — 1863. Note sur le calcaire à *Lychnus* des environs de Segura (Aragon) — *B. S. G. F.* 2^e sér., t. XX.
69. **Verneuil (de) et de Lorière**. — 1868. Description des fossiles du Néocomien supérieur de Utrillas et de ses environs (Province de Teruel). Le Mans.
70. **Verneuil (de) et Collomb**. — 1864-1869. Cartes géologiques de l'Espagne et du Portugal au 1 : 1.500.000 ; 1^{re} édition, 1864 ; 2^e édition, 1869 ; explication sommaire de la carte, 1869.
71. **Verneuil (de) et Collomb**. — 1864. Note sur la carte géologique de l'Espagne et du Portugal — *C. R. Ac. Sc.*, t. LIX.
72. **Vilanova**. — 1863. Ensayo de descripcion geognostica de la provincia de Teruel. Madrid.
73. **Vilanova**. — La Teruelita ; el azabache y el ambar de la cuenca de Utrillas. — *Actas Soc. Esp. Hist. Nat.*, t. III.
74. **Vilanova**. — 1881. Sur la Téruelite ; ressemblance entre la Sierra Nevada d'Espagne et la Sierra Nevada de l'Amérique du Nord — *B. S. G. F.*, 2^e sér., t. VIII.
75. **Willkomm (Moritz)**. — 1852. Die Strand und Steppengebiete der iberischen Halbinsel und deren Vegetation, avec une carte géologique et botanique. Leipsig.
76. **Zittel**. — 1864. Versteinerungen aus Spanien gesendet von D. Vilanova y Piera — *Verhandl. der k. k. geol. Reichsanstalt*. 13 Sept. 1864, p. 138.
-

STRATIGRAPHIE

La région que j'ai étudiée forme le bord oriental de la Meseta et présente une série assez complète de terrains sédimentaires. Je n'ai rencontré nulle part d'assises antérieures au Cambrien moyen ; mais l'Acadien ¹, le Potsdamien, l'Ordovicien, le Gothlandien et le Coblentzien sont représentés par des couches souvent puissantes et parfois assez fossilifères. Les terrains primaires plus récents que le Coblentzien semblent manquer dans la région : ils ont été probablement recouverts par les sédiments triasiques, qui reposent en transgression très nette sur le Silurien et le Dévonien.

Le Trias est bien développé dans tout le Sud de l'Aragon et il supporte une belle série jurassique, dont presque tous les termes sont fossilifères. Le Crétacé repose directement sur le Jurassique ; il est très puissant à l'est de la région que je vais décrire, dans le grand plateau d'Aliaga : là, tous les étages crétacés, du Valanginien au Danien, sont très bien représentés et tous riches en fossiles ; dans les Chaînes Ibérique et Hespérique les seuls terrains fossilifères que j'aie rencontrés sont le Gault et le Cénomaniien ; l'émersion de cette partie de la Meseta a commencé vers la fin de l'époque turonienne et a été définitive après le dépôt des calcaires à *Lychnus* de Segura.

Dès la fin de l'Eocène inférieur, le grand bassin tertiaire de l'Ebre a commencé à se former ; au régime marin ont succédé successivement les régimes laguno-saumâtre et laguno-lacustre :

1. Dans mon travail, j'adopterai, pour désigner chacun des étages, les noms proposés par MM. Munier-Chalmas et de Lapparent dans leur Note sur la nomenclature des terrains sédimentaires. (*B. S. G. F.*, 3^e série, t. XXI, p. 438. 1893.)

les conglomérats de base et les marnes gypseuses ne sont pas fossilifères et leur âge est difficile à préciser ; mais les calcaires supérieurs, laguno-lacustres, renferment une riche faune caractéristique de l'époque pontienne. A la fin du Miocène supérieur tout le Sud de l'Aragon a été complètement émergé ; les sédiments pleistocènes existent dans la région, mais ils sont rares et représentés seulement par quelques tufs et par les argiles à ossements de la grotte d'Allueva.

CAMBRIEN

Bien qu'il soit difficile, dans la région que j'ai parcourue, de séparer nettement, au point de vue stratigraphique, le Cambrien de l'Ordovicien, j'étudierai séparément chacun de ces deux étages : en Espagne, comme partout ailleurs, ils présentent au point de vue paléontologique des différences telles que beaucoup de géologues considèrent le Cambrien comme un système et non comme une division du Silurien. D'ailleurs, les dépôts cambriens de l'Espagne étaient déjà distingués par de Verneuil et Collomb dans leur Carte géologique (2^e édition, 1868); en 1876, MM. Egozcue et Mallada ¹, et en 1882 M. Barrois ² ont adopté le système cambrien, dont l'usage a été consacré, pour l'Espagne, par la Commission de la Carte géologique.

Historique

Le Cambrien est très bien développé dans la Chaîne Ibérique. De Verneuil ³, le premier, en 1863, signala l'existence de la faune primordiale près de Murero, au nord de Daroca. En 1873, M. Felipe Donayre, dans son *Esquisse de description géologique de la province de Saragosse* [30], confirma la découverte de E. de Verneuil,

1. EGOZCUE ET MALLADA. — *Mem. Com. Mapa geol. España.* — Province de Caceres. 1876.

2. Ch. BARROIS, — *Recherches sur les terrains anciens des Asturies et de la Galice.* 1882.

3. DE VERNEUIL ET LARTET [68]. — Voir aussi *Revista Minera*, t. XIII, p. 479.

et recueillit de nombreux *Paradoxides* et *Conocephalites* dans les schistes argileux de Murero. En 1892, M. Pedro Palacios [51] reprend l'étude de la partie méridionale de la province de Saragosse ; il décrit avec soin la bande cambrienne du Jiloca, étudie l'allure et la faune des couches fossilifères qu'il a pu suivre depuis Daroca jusqu'au nord de Villafeliche, et rattache au Cambrien toute la succession de schistes et de quartzites inférieure aux couches à *Cruziana* d'Atea ; enfin, s'appuyant sur l'identité de faciès minéralogique, il attribue au Cambrien les schistes des environs de Romanos. Ce travail, très consciencieux, est le plus important de tous ceux qui ont été publiés sur la partie ancienne de la province de Saragosse.

Distribution du Cambrien et descriptions locales

J'ai représenté sur la carte (Pl. I) l'extrémité méridionale de la Chaîne Ibérique (provinces de Saragosse et de Teruel). On y voit nettement l'existence de deux bandes primaires, séparées par la vallée miocène du Jiloca. La coupe de Cubel à Herrera (fig. 2), prise perpendiculairement à la direction même de la chaîne, nous montre que ces deux bandes font partie d'un même anticlinal affecté par une faille aujourd'hui cachée par les terrains tertiaires.

La bande occidentale est formée par les schistes et quartzites cambriens de Daroca et de Balconchan, recouverts par les couches ordoviciennes de la Sierra de Santa-Cruz ; ces différentes assises ont une inclinaison variable, mais plongent constamment vers le S. O. ; elles appartiennent toutes au flanc occidental de l'anticlinal, et la faune primordiale apparaît nettement le long du Jiloca (α).

La bande orientale est séparée de la précédente par le plateau miocène de Campo Romano ; de Romanos à l'est de Badules, la coupe traverse des schistes et des grès cambriens, souvent très fossilifères (β), d'inclinaison S. O. : c'est la réapparition, par suite de la faille, des couches fossilifères du Jiloca (α), et ces schistes font encore partie du flanc ouest de l'anticlinal dont l'axe apparaît nettement au pied du San Bartolomé ; à partir de là, il est facile d'observer, vers l'est, une succession ininterrompue de dépôts qui appartiennent au Cambrien, à l'Ordovicien et au Gothlandien inférieur ; ils constituent le flanc est de l'anticlinal et sont recouverts en discordance par les dépôts triasiques d'Herrera.

La vallée du Jiloca, ou mieux la vallée tertiaire de l'Idubeda (Ca-

ñada del Idubeda) est donc bordée de chaque côté par des dépôts cambriens dont l'importance apparaît nettement sur la coupe ci-jointe¹; l'extension de ces dépôts a été indiquée aussi exactement que possible sur la carte (Pl. I), dont la lecture me dispense d'une description détaillée. Je vais étudier successivement le Cambrien dans chacune de ces deux zones, que je désignerai sous les noms de : *Bande de Murero* ou du *Jiloca* et *Bande de Badules*.

1. Chaque fois que j'ai pu le faire, et dans ce cas en particulier, j'ai indiqué l'échelle exacte des longueurs et des hauteurs sur les coupes qui figurent dans ce travail; malheureusement l'absence presque complète de cartes topographiques a fait que dans bien des cas cela

m'a été fort difficile et que j'ai dû indiquer seulement des échelles approximatives.

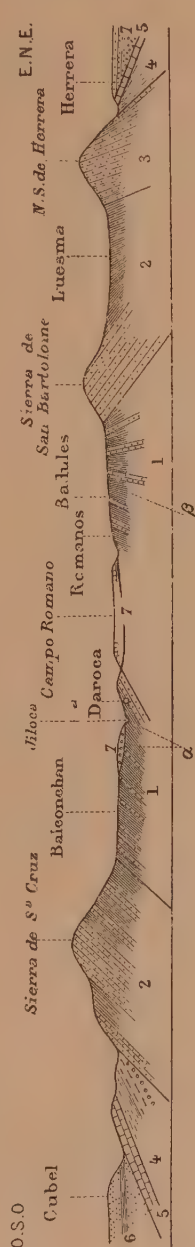


Fig. 2. — COUPE DE CUBEL A HERRERA

1 — Schistes et quartzites du Cambrien — α , bande acadienne de Murero; β , bande acadienne de Badules.

2 — Quartzites et schistes de l'Ordovicien.

3 — Grès et schistes du Gothlandien inférieur.

4 — Trias.

5 — Infralias.

6 — Grès et sables cénomaniens.

7 — Tertiaire.

Echelle des longueurs	1
	300,000
» hauteurs	1
	120,000

I. — Bande de Murero

La localité de Murero est devenue classique depuis les travaux de E. de Verneuil. A 200 mètres au nord du village vient déboucher, dans la vallée du Jiloca, le ravin (*rambla*) de *Valdemiedes*, creusé dans les assises du Cambrien et permettant d'étudier la partie moyenne de cet étage. Un certain nombre de petites failles intéressent les différentes assises que l'on peut observer, mais elles amènent des dénivellations de quelques mètres à peine et je les ai supprimées dans la coupe (fig. 3) que j'ai relevée dans la rambla.

Le ravin nous montre une succession très nette de schistes, avec intercalation de quelques bancs de quartzites, qui au N. E. disparaissent sous le plateau tertiaire suivi par la route de Teruel à Calatayud. Les premières couches cambriennes que j'ai pu observer, en descendant le petit sentier qui va de cette route à Murero, sont des schistes verdâtres, épais de 15 mètres environ, au milieu desquels j'ai recueilli quelques têtes de *Conocoryphe* et de *Paradoxides* du groupe du *Par. rugulosus*; ces assises appartiennent donc nettement au Cambrien moyen ou Acadien. Les couches sous-jacentes sont partout cachées par le Tertiaire; elles n'apparaissent dans aucun des ravins, parallèles au Valdemiedes, qui traversent la bande de Murero.

Les premières assises que je viens de signaler sont surmontées par une succession de schistes (nos 2 à 6 de la coupe), plus ou moins marneux, plus ou moins ferrugineux, renfermant parfois des bancs gréseux passant à de véritables quartzites. Cette succession a environ 60 mètres de puissance; son inclinaison S. O. est voisine de 25°; les schistes figurés sur la coupe avec les numéros 4, 5, 6, sont fossilifères; mais je n'ai pu observer aucune variation de faune dans ces diverses assises¹, et la division que j'ai figurée dans la coupe du ravin est basée uniquement sur des caractères pétrographiques indiqués dans la légende, ou encore sur la plus ou moins grande abondance des fossiles rencontrés dans les divers bancs.

Parmi les nombreuses espèces que j'ai recueillies, je citerai :

Paradoxides rugulosus Corda

Paradoxides sp. du groupe du *Par. rugulosus*

» *Pradoanus* Barrande

Conocoryphe *Sulzeri* Schl. sp.

» *Heberti* Mun.-Chalm. et Berg.

» *coronata* Barrande

1. C'est aussi l'opinion de MM. Munier-Chalmas et Bergeron, qui m'ont aidé de leurs conseils pour l'étude de la faune cambrienne et qui ont vérifié mes déterminations.



Fig. 3. — COUPE PRISE LE LONG DE LA RAMBLA DE VALDEMIEDES (MURERO)

- 1 — Schistes verdâtres à *Paradoxoides*. Incl. S. O. 20°. Épaisseur 15^m.
 - 2 — Schistes plus marneux, plus ferrugineux, non fossilifères. 8^m.
 - 3 — Schistes verts, gréseux, avec bancs de quartzites, non fossilifères. 10^m.
 - 4 — Schistes argileux, de couleur verdâtre, avec taches rougeâtres, fossilifères. Incl. S. O. 25°. Épaisseur 20^m.
 - 5 — Schistes fossilifères, plus rougeâtres que les précédents, avec petits lits ferrugineux. 10^m.
 - 6 — Schistes identiques aux précédents, mais beaucoup moins ferrugineux, fossilifères. 15^m.
 - 7 — Schistes très ferrugineux avec bancs plus gréseux passant à des grès, non fossilifères. 15 à 20^m.
 - 8 — Schistes verts, moins gréseux, non ferrugineux, non fossilifères. 6^m.
 - 9 — Schistes avec grès et bancs de calcaire dolomitique, non fossilifères.
- T — Poudingues et marnes tertiaires.

Echelle approximative des longueurs $\frac{1}{12\ 500}$

Solenopleura Ribeiroi Barrande

» cf. *Rouairouxii* Mun.-Chalm. et Berg.

Agnostus Sallesi Mun.-Chalm. et Berg.

Agnostus sp.

Discina sp.

Cette faune est surtout caractérisée par l'abondance remarquable de *Paradoxides rugulosus* et de *Conocoryphe Sulzeri* et *Con. Heberti*. Ce sont les schistes de couleur verdâtre avec parties plus ferrugineuses et petits lits d'oxyde de fer, représentés sur la coupe par les assises 5 et 6, qui m'ont fourni les fossiles les plus nombreux et les mieux conservés.

Ces schistes sont d'ailleurs coupés par un ravin, le *Barranco de Valdenegro*, de 100 mètres de longueur à peine, qui vient déboucher dans la rambla de Valdemiedes ; c'est parmi les galets de schistes du Barranco de Valdenegro qu'il est le plus facile de trouver la faune primordiale, et les fossiles recueillis par de Verneuil, et plus tard par Donayre, proviennent de ce ravin.

Les couches fossilifères sont surmontées par des schistes rouges gréseux, passant à des grès un peu micacés et très ferrugineux. La richesse particulière de ces grès en oxydes de fer en fait un horizon très net, que j'ai pu suivre jusqu'à Villafeliche et qui m'a été fort utile dans mes recherches, puisqu'il recouvre directement la faune primordiale.

Au-dessus viennent des schistes verts non fossilifères, avec bancs de grès et de quartzites et quelques lits de calcaire dolomitique, recouverts dans la vallée même du Jiloca par des poudingues tertiaires. Ces schistes verts se retrouvent sur la rive gauche du fleuve, près de La Ermita, où ils acquièrent un grand développement ; il est, en particulier, facile de les observer dans le ravin suivi par le sentier qui va de Murero à Atea.

Les assises de la Ermita sont surmontées par des schistes, quelquefois ardoisiers, souvent ferrugineux, avec bancs de grès et de quartzites, dont l'inclinaison vers l'ouest varie de 30° à 10°. Je n'ai recueilli aucun fossile dans cette série, puissante de plus de 600 mètres ; certaines assises renferment seulement des traces de vers bigéminées. Mais, aux environs d'Atea, les assises de grès à Lingules, que je considère comme la base de l'Ordovicien, recouvrent directement et en concordance parfaite cette masse puissante de schistes et de quartzites non fossilifères : toutes les couches observées sur la rive gauche du Jiloca, qui reposent en stratification concordante sur les schistes à faune primordiale de Murero, repré-

senteraient alors le Cambrien supérieur (Potsdamien) et aussi, comme je le démontrerai plus loin, la partie supérieure de l'Acadien.

Les assises fossilifères de Murero peuvent se suivre presque sans interruption depuis Daroca jusqu'à Villafeliche; elles bordent à l'est le vieux chemin qui réunit ces deux villages, et les différents ravins parallèles à la Rambla de Valdemiedes, qui descendent du plateau miocène au Rio Jiloca, nous montrent tous un beau développement de schistes à *Paradoxides rugulosus*.

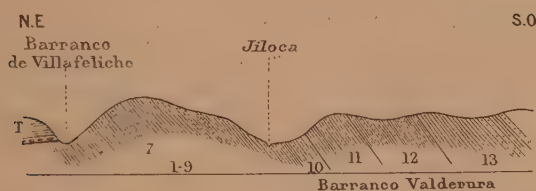


Fig. 4. — COUPE PRISE A 1 KILOM. AU SUD DE VILLAFELICHE

(Dans les deux coupes fig. 3 et 4 les chiffres se correspondent).

- 4-9 — Schistes à *Paradoxides* de Murero. Les grès très ferrugineux n° 7 se voient nettement dans la coupe.
- 10 — Schistes verts à *grands Paradoxides* (entrée du barranco). Puissance 25 m. Inclinaison ouest 60°.
- 11 — Schistes plus fissiles, plus gras au toucher, non fossilifères. 20 m.
- 12 — Schistes avec quelques bancs de grès. Couches à *Scolithus* et à *Tigillites*. 50 mètres.
- 13 — Schistes identiques, non fossilifères, passant à leur partie supérieure au grès armoricain. 300 mètres.
- T — Tertiaire du Campo Romano.

Échelle approximative des longueurs $\frac{1}{60000}$

La rambla del Puzon, à 2 kilomètres au sud de Manchones, est particulièrement intéressante; la coupe que j'en pourrais donner est presque identique à celle de Murero (fig. 3); mais les calcaires dolomitiques de la partie supérieure (fig. 3, n° 9) sont bien développés et renferment souvent de petits cristaux de gypse signalés pour la première fois par M. Pedro Palacios; le savant ingénieur espagnol attribue avec raison la formation de ces cristaux à « des actions chimiques provoquées dans la masse du carbonate calcaire »

par la décomposition de la pyrite de fer qui se trouve dans la roche ». (1)

Le Rio Jiloca coupe plusieurs fois les schistes fossilifères, entre Murero et Villafeliche. A deux kilomètres au nord de Murero, on peut observer le long du Rio des schistes verts qui renferment en abondance de très grands exemplaires de *Paradoxides* et de *Conocoryphe*; il n'est pas rare d'y rencontrer des glabelles mesurant 6 cm. et même 8 cm. de largeur; malheureusement ces schistes, plus compacts que ceux de la rambla de Valdemiedes, sont fortement fendillés, et il est difficile d'en extraire les fossiles et même les glabelles entières.

Ces couches à *grands Paradoxides* sont supérieures à celles que j'ai signalées à Murero (fig. 3, nos 4, 5, 6), comme nous le montre la coupe précédente (fig. 4), prise à 1 kilom. au sud de Villafeliche.

Les schistes et grès ferrugineux 7 ont été suivis sans interruption depuis Murero et sont toujours supérieurs aux couches fossilifères de la rambla de Valdemiedes; les schistes verts à *grands Paradoxides* s'observent facilement à l'ouest du Jiloca, à l'entrée du barranco de Valderura que suit le chemin de Villafeliche à Atea. Ce niveau à *grands Paradoxides* est surmonté d'une succession très importante de schistes et de quartzites, bien visible dans le ravin et identique à celle que j'ai signalée entre Murero et Atea. Le Cambrien supérieur est ici représenté par des schistes non fossilifères (fig. 4, nos 11-13), avec quelques bancs renfermant des *Scolithus* et des *Tigillites*; le Potsdamien est d'ailleurs recouvert, en concordance de stratification, par les grès à *Lingules* de la base de l'Ordovicien, qui apparaissent près d'Atea.

L'étude de la bande cambrienne de Murero nous a donc montré l'existence :

1° de l'Acadien très bien développé, avec nombreuses couches fossilifères, atteignant 75 mètres de puissance ;

2° du Potsdamien non fossilifère, recouvert en concordance par l'Ordovicien.

La puissance de chacun de ces deux étages ne peut pas d'ailleurs être évaluée, puisque nous ne connaissons pas la base de l'Acadien cachée sous le plateau miocène, et qu'il ne m'a pas été possible, à cause de l'absence de fossiles, d'indiquer d'une façon précise les limites inférieure et supérieure du Potsdamien.

1. PEDRO PALACIOS. — Loc. cit., [51], p. 12.

II. — Bande de Badules

Le Cambrien de Badules est beaucoup moins connu que celui de Murero. M. Palacios [51] signale l'existence, près de Romanos et entre ce village et Badules, de schistes de couleur variée, avec lits intercalés de quartzites, qui présentent la plus grande analogie avec ceux de Murero et qui sont recouverts par les couches à *Cruziana* du San Bartolomé ; mais il ne cite aucun fossile dans ces schistes de Romanos.

Les recherches que j'ai faites me permettent de confirmer l'attribution de ces assises au Cambrien, et en outre de rapporter à l'Acadien les schistes qui se trouvent à l'est de Badules, au pied même du San Bartolomé.

Le chemin de Daroca à Badules et Fombuena traverse la bande cambrienne perpendiculairement à sa direction et permet d'en faire l'étude. De Daroca à l'arroyo Lechon ¹, on suit pendant plus de 10 kilomètres le plateau tertiaire de Campo Romano ; à la Venta de Valencia, près de Romanos, les couches miocènes disparaissent et font place à des schistes verts, d'inclinaison faible (15° vers le S.O.) qu'on peut facilement étudier dans le lit même de l'arroyo ; ce sont les schistes signalés par M. Palacios ; j'y ai recueilli deux exemplaires de *Paradoxides rugulosus* de grande taille. Ces assises peuvent être comparées, au point de vue paléontologique comme au point de vue pétrographique, aux schistes verts fossilifères du Barranco Valderura (fig. 4, n° 10). Elles sont d'ailleurs recouvertes, en certains points, par des schistes et des grès à *Scolithus* et à *Tigillites*, dont on peut voir de beaux échantillons dans les murs qui bordent le chemin de Romanos à Badules ; ils sont identiques aux schistes nos 11 et 12 de la coupe de Villafeliche.

Mais c'est plus à l'est, entre les villages de Badules et de Fombuena, que j'ai trouvé des assises renfermant une faune primordiale aussi riche que celle de Murero. Ces schistes fossilifères, redressés presque jusqu'à la verticale, affleurent dans la plaine qui s'étend à l'ouest du San Bartolomé (fig. 5), mais ils ne sont visibles que sur leur tranche ; aucun ravin ne les coupe et le plus souvent des cultures les recouvrent : c'est ce qui explique pourquoi leur présence n'a pas encore été signalée.

En suivant le chemin de Badules à Fombuena, on rencontre d'abord des quartzites avec quelques bancs de schistes, bien déve-

1. Le mot Arroyo est réservé aux petits ruisseaux, souvent à sec pendant une partie de l'année, et celui de Rio aux rivières plus importantes.

loppés près du village, au Cementario; ces assises, puissantes de plus de 300 mètres, ne renferment que des *Tigillites* et des *Cruziana*, et leur inclinaison vers l'ouest varie de 45° à 60°. Elles passent insensiblement à des schistes inférieurs, plus argileux, très fissiles, au milieu desquels on trouve encore quelques bancs de grès; ces schistes, visibles sur plusieurs centaines de mètres, sont orientés N.-S., avec une inclinaison vers l'ouest atteignant souvent 75°. A 2 kilomètres environ de Badules, 150 mètres avant d'arriver à la bergerie en ruines qui borde le chemin de Fombuena, dans l'endroit appelé El Coladillo, j'ai observé au milieu de ces schistes une assise fossilifère puissante de 6 mètres à peine; malheureusement elle est recouverte par une mince couche de terre arable qui en rend l'étude fort difficile. Malgré ces conditions défavorables, j'ai pu y recueillir de nombreux fossiles :

Paradoxides rugulosus Corda

Paradoxides sp. du groupe du *Par. rugulosus*

Conocoryphe Sulzeri Schl. sp.

» *Heberti* Mun.-Chalm. et Berg.

» *coronata* Barrande

Solenopleura Ribeiroi Barrande



Fig. 5. — COUPE DE BADULES A FOMBUENA

- 1 — Acadien. Les schistes α et β sont fossilifères.
- 2 — Schistes du Potsdamien non fossilifères.
- 3 — Ordovicien (Grès armoricain).
- 4 — Trias.
- 5 — Infralias.
- 6 — Miocène supérieur de Campo Romano.

Echelle approximative des longueurs $\frac{1}{100,000}$

L'abondance de *Conocoryphe Sulzeri* et *C. Heberti* est tout à fait remarquable. Cette faune est identique à celle de Murero; elle caractérise nettement l'Acadien.

La coupe précédente nous montre que les assises fossilifères de El Coladillo appartiennent encore au flanc ouest du grand anticlinal

de la Chaîne Ibérique. Si nous continuons l'étude de la bande cambrienne, en suivant le chemin même de Fombuena, nous voyons que les schistes deviennent de plus en plus gréseux et passent à des quartzites non fossilifères presque redressés à la verticale ; ils surmontent d'autres schistes, très fissiles, qui forment l'axe même de l'anticlinal, et, plus à l'est, en se dirigeant vers le village, on observe de nouveau toute la succession que je viens de décrire entre Romanos et El Coladillo ; mais, sur ce flanc est de l'anticlinal, le Cambrien est plus fortement plissé et recouvert en partie par les dépôts triasiques horizontaux de Fombuena ; toutefois, j'ai trouvé sur le chemin même (en β) un exemplaire de *Conocoryphe* qui ne laisse aucun doute sur l'existence de la faune acadienne sur ce flanc de l'anticlinal. Les schistes avec intercalations de quartzites du Cambrien moyen et du Cambrien supérieur sont recouverts en concordance par les assises de l'Ordovicien inférieur, bien développé à l'est de Fombuena.

La bande de Badules est donc formée :

1° Par le Cambrien moyen, qui apparaît de chaque côté de l'axe de l'anticlinal et qui m'a fourni, du moins à l'ouest, une faune identique à celle de Murero.

2° Par le Cambrien supérieur, représenté par des assises non fossilifères, sauf peut-être à l'ouest de Badules où j'ai signalé quelques *Cruziana* et *Tigillites* ; le Potsdamien repose en concordance sur l'Acadien et est recouvert directement par les grès de la base de l'Ordovicien.

Comparaison du Cambrien de la Chaîne Ibérique avec celui des régions voisines

Les deux bandes cambriennes de la Chaîne Ibérique m'ont donc montré la même succession d'assises avec la même faune. Cette faune est caractérisée par l'abondance des *Paradoxides rugulosus*, *Conocoryphe Heberti*, *Conoc. Sulzeri* et la présence des *Conocoryphe coronata*, *Solenopleura Ribeiroi*, *Agnostus Sallesi*. Elle est identique à la faune cambrienne de la Montagne Noire décrite par M. Bergeron ¹. Je puis ajouter qu'au point de vue pétrographique

1. J. BERGERON. — Sur la présence de la faune primordiale dans les environs de Ferrals-les-Montagnes. — *B. S. G. F.* 3^e série, t. XVI, p. 282, 1888.

BERGERON. — Étude géologique du Massif ancien situé au sud du Plateau Central. — *Ann. Sc. Géol.*, t. XXII, 1889.

il est difficile de distinguer les schistes fossilifères de Murero de ceux de l'Hérault ; cette similitude paléontologique et pétrographique m'a été montrée par M. Bergeron, qui en a été frappé la première fois qu'il vit mes matériaux d'étude.

Le Cambrien des Asturies, signalé pour la première fois par Casiano de Prado ¹, et étudié depuis par M. Barrois ² et MM. Mallada et Buitrago ³, présente aussi de très grandes analogies avec celui des environs de Daroca.

Le niveau inférieur, désigné par M. Barrois sous le nom de « schistes de Rivadeo, » n'apparaît pas dans l'axe de l'anticlinal ibérique ; mais le niveau supérieur « calcaires et schistes à *Paradoxides* de la Vega » est nettement représenté dans les coupes que j'ai décrites précédemment. La faune primordiale des Asturies, signalée par M. Barrois et les géologues espagnols, semble, à première vue, un peu différente de celle de Murero ; mais les différences sont plus apparentes que réelles ; le *Paradoxides Barrandei* n'est peut-être qu'une variété méridionale, de grande taille, du *Paradoxides rugulosus* de Bohême ⁴, et le *Conocoryphe Heberti* est une espèce très voisine du *Conocephalites Sulzeri* des Asturies trouvé par Casiano de Prado et figuré par MM. de Verneuil et Barrande ⁵.

Les travaux de M. J.-G. Borneman et des géologues italiens montrent que la faune cambrienne de Sardaigne présente, au point de vue paléontologique, les mêmes caractères généraux que la faune de l'Espagne et du Sud de la France.

Nous pouvons donc en conclure qu'à l'époque cambrienne le Sud du Plateau Central, la Sardaigne, le Nord et le Nord-Est de l'Espagne faisaient partie d'une même province, dont les dépôts sont caractérisés par des *Paradoxides rugulosus* de grande taille et des *Conocoryphe* du groupe du *Conoc. Heberti* ⁶.

1. CASIANO DE PRADO. — Sur l'existence de la faune primordiale dans la chaîne cantabrique. — *B. S. G. F.*, 2^e série, t. XVII, 1860.

2. BARROIS. — Recherches sur les terrains anciens des Asturies et de la Galicie, 1882.

3. MALLADA Y BUITRAGO. — La fauna primordial a uno y otro lado de la cordillera cantabrica. — *Bol. Com. Mapa. geol. España*, t. V, p. 177.

4. Communication inédite de MM. Munier-Chalmas et Bergeron.

5. J. BERGERON. — *Loc. cit.*, p. 284.

6. Ces conclusions pourront s'étendre probablement à toute l'Espagne ; mais la faune cambrienne des chaînes carpétane et marianique est encore trop peu connue pour permettre cette généralisation.

Les dépôts cambriens de la Scandinavie et de l'Angleterre sont caractérisés par une faune spéciale, bien différente de celle que je viens de signaler dans le Sud de l'Europe; il existait donc, à l'époque cambrienne une province septentrionale très nette, qui comprenait le Nord de l'Europe et la Bohême; la faune de Bohême en effet, si magistralement décrite par J. Barrande, offre les plus grandes affinités avec celle du Nord; on y a signalé, il est vrai, quelques *Paradoxides rugulosus*, mais ils sont peu nombreux et de petite taille; leur présence d'ailleurs s'explique facilement par la position géographique de la Bohême, voisine de la grande aire synclinale du Sud de l'Europe; les deux provinces communiquaient plus ou moins facilement entre elles et c'est naturellement dans les synclinaux du centre de l'Europe qu'on doit rencontrer le mélange des deux faunes.

On peut donc distinguer en Europe, à l'époque cambrienne, deux régions bien nettes, caractérisées chacune par une faune spéciale ¹.

1. Barrande, le premier, en 1856, dans son *Parallèle entre les dépôts siluriens de Bohême et de Scandinavie*, mit en évidence l'existence de faunes distinctes à l'époque cambrienne. Il admettait une bande homozytique septentrionale, correspondant au Nord de la Russie, à la Scandinavie, à l'Angleterre, et une bande méridionale comprenant la Bohême; en 1860, après les découvertes de Casiano de Prado, il rattachait à cette dernière bande la France et l'Espagne. Mais, à cette époque, la faune primordiale de la France n'était pas connue et celle de l'Espagne l'était très peu. Les découvertes de M. Bergeron dans la Montagne Noire et les travaux récents faits sur l'Espagne ont montré l'existence d'une grande province méridionale comprenant l'Espagne, la Sardaigne et le Sud de la France; la Bohême (bande méridionale de Barrande) se rattache par sa faune à la province septentrionale mais présente quelques espèces caractéristiques de la faune méridionale.

SILURIEN

(ORDOVICIEN et GOTHLANDIEN)

L'Ordovicien et le Gothlandien sont tous deux bien développés dans les Chaînes Ibérique et Hespérique; dans la première, ils reposent en concordance sur l'axe cambrien que j'ai décrit dans le chapitre précédent, mais leur développement est très inégal; tandis que l'Ordovicien est représenté par des couches puissantes avec plusieurs niveaux fossilifères bien nets, le Gothlandien est beaucoup plus réduit et m'a fourni à peine quelques fossiles. Dans la Chaîne Hespérique, au contraire, le Gothlandien inférieur et moyen est bien représenté et très fossilifère, et l'Ordovicien, assez peu développé à l'extrémité de la cordillère dont il forme l'axe, ne renferme aucun niveau fossilifère qui m'ait permis d'y établir des subdivisions.

Dans chacune des deux régions, l'absence ou la rareté des fossiles fait qu'il m'a souvent été difficile de séparer d'une façon très nette les dépôts ordoviciens des assises gothlandiennes; aussi je décrirai dans un même chapitre ces deux étages, dont la réunion forme, pour beaucoup de géologues, le système silurien proprement dit, et je les étudierai successivement dans chacune des deux chaînes.

I. — CHAÎNE IBÉRIQUE

Historique

Dès 1852, Moritz Wilkomm [75], dans ses Matériaux pour servir à la connaissance de l'Espagne, signale l'existence de deux bandes siluriennes, dirigées N.N.O. - S.S.E., situées de chaque côté de la vallée du Jiloca. Cette observation fut confirmée par de Verneuil et de Loria [64], à la suite de leur voyage en Espagne pendant

l'été de 1853; mais les deux savants géologues n'ont cité la présence d'aucun fossile silurien provenant de ces deux bandes.

En 1873, Donayre [30], dans son étude sur la province de Saragosse, signale, au-dessus des assises de Murero, des schistes et quartzites à *Cruziana* et *Scolithus linearis* qu'il rapporte au Silurien moyen. C'est à M. Palacios [51] que nous devons les renseignements les plus nombreux et les plus précis sur le Silurien de la Chaîne Ibérique. Dans son travail sur les environs de Daroca, il décrit avec soin l'allure et la constitution pétrographique des deux bandes siluriennes; mais, par suite de la rareté des fossiles, le savant géologue espagnol n'a pu établir de niveaux paléontologiques bien nets dans l'Ordovicien; il signale seulement les assises à *Cruziana* et à *Scolithus* et les schistes à *Orthis calligramma*, *Orthis redux*, séparés par plusieurs zones non fossilifères; quant au Gothlandien, M. Palacios écrit « que des observations plus minutieuses en montreront peut-être l'existence dans quelques localités. »

Distribution du Silurien et descriptions locales

Les deux bandes anciennes, qui constituent la Chaîne Ibérique, m'ont montré toutes deux un très beau développement de Silurien, que j'ai représenté sur la carte (Pl. I); mais c'est la bande orientale, celle de Romanos et de Badules, qui est la plus facile à étudier et qui m'a fourni les horizons fossilifères les plus nets; c'est donc par elle que je commencerai ma description.

Bande de Badules. — Le chemin qui conduit de Fombuena à la Virgen de Herrera traverse toutes les assises perpendiculairement à leur direction et m'a permis de relever la coupe suivante (fig. 6), qui intéresse tout l'Ordovicien; cette coupe fait d'ailleurs suite à celle que j'ai figurée plus haut (fig. 5, p. 34).

Au-dessus des schistes potsdamiens non fossilifères, sur lesquels repose le Trias de Fombuena, on peut observer facilement d'autres schistes, moins fissiles, plus gréseux, renfermant quelques lits ferrugineux, qui donnent à l'ensemble une teinte rougeâtre, assez différente de la teinte vert-brun du Potsdamien; ces schistes, d'une puissance de 20 mètres environ, affleurent un peu à l'est de Fombuena; ils deviennent de plus en plus gréseux vers leur partie supérieure et passent presque insensiblement à la masse puissante de



Fig. 6. — COUPE DE FOMBUENA A LA VIRGEN DE HERRERA

- | | |
|--|--|
| 1 — Schistes du Cambrien supérieur. | 6 — Schistes du Val de Ocino à <i>Orthis Aconie</i> . |
| 2 — Schistes à <i>Fucoides bilobés</i> devenant de plus en plus gréseux. 20 mètres. | 7 — Schistes avec bancs de calcaires à <i>Cystidés</i> . |
| 3 — Grès armoricain, 30 mètres. Inclinaison 70°. | 8 — Schistes argileux fissiles, à peine inclinés vers l'est. |
| 4 — Schistes un peu ferrugineux à la base. Niveau à <i>Calyptene Tristani</i> . 30 mètres. | 9 — Quartzites à Tigillites du Gothlandien. |
| 5 — Quartzites. 12 mètres. | 40 — Trias. |
| | 41 — Infraalias. |
- Echelle approximative des longueurs $\frac{1}{50,000}$

montré de fossiles à leur intérieur; des recherches ultérieures

grès armoricain qui domine le village. Ces schistes renferment en assez grande abondance des *Cruziana* et des *Vexillum*, mais, malgré mes recherches, je n'ai pu y trouver aucun autre fossile; je les range cependant à la base de l'Ordovicien et je pense qu'on doit les paralléliser avec les schistes à *Euloma Filacovi*, étudiés par M. Bergeron dans la Montagne Noire¹; ils passent en effet au grès armoricain et présentent le même faciès minéralogique que les schistes et psammites des environs de Mourèz à *Fucoides bilobés*. A la base de ces schistes, près du ruisseau qui coule à l'est de Fombuena, j'ai même observé des nodules, parfaitement arrondis, analogues à ceux que M. Bergeron a décrits à ce niveau dans l'Arenig inférieur du Midi de la France; ces concrétions n'ont jamais

1. BERGERON. — Loc. cit., page 87.

permettront peut-être d'en trouver et de fixer alors d'une manière précise l'âge de ces schistes. Mais, quelle que soit leur position dans l'échelle stratigraphique, qu'on les considère comme le Potsdamien terminal ou comme la base de l'Ordovicien, on peut dire que la sédimentation a été ininterrompue dans la région pendant les époques cambrienne et silurienne, et que l'Ordovicien repose en concordance sur le Potsdamien non fossilifère.

Ces schistes à Bilobites sont surmontés par une masse de grès, puissante de 30 mètres, qui forme la partie supérieure des collines situées à l'est de Fombuena.

Ces grès présentent tous les caractères pétrographiques des grès armoricains de la Bretagne et de la Montagne Noire. Ils sont blanchâtres, durs et compacts, passent souvent à de véritables quartzites et se présentent en bancs épais d'un mètre environ. A la base, j'ai observé, au milieu d'assises à grain relativement fin, de petits galets roulés identiques à ceux que M. D.-P. OEhlert a rencontrés dans la zone inférieure des grès armoricains de la Mayenne. A Fombuena, ces grès ne m'ont fourni aucun fossile, si ce n'est quelques *Tigillites*; mais plus au nord, entre Cerveruela et Villareal, j'ai observé, dans ces mêmes assises, des traces peu déterminables de *Lingules*. Ces grès jouent un rôle très important dans l'orographie de toute la région; leurs affleurements sont faciles à suivre et se retrouvent à la partie supérieure des collines les plus élevées.

Sur les grès armoricains reposent en concordance des schistes argileux, dont la puissance peut atteindre 25 à 30 mètres; à leur partie supérieure, ils deviennent de plus en plus gréseux et passent insensiblement à des grès et à des quartzites. Les schistes de la base sont légèrement ferrugineux sur une épaisseur de 5 mètres environ; ils renferment quelques nodules, plus riches en fer que la roche environnante, au milieu desquels il n'est pas rare de rencontrer des fossiles bien conservés. J'y ai trouvé :

Calymene Tristani Brongn.

Illænus sp.

Asaphus sp.

Orthis Budleighensis Davidson

Redonia Duvaliana M. Rouault

La présence de *Calymene Tristani* typique ne laisse aucun doute sur l'âge de ces schistes et montre que les grès sous-jacents correspondent bien au grès armoricain.

Ces schistes sont surmontés par une série puissante de grès, de

schistes et de calcaires, qui représentent l'Ordovicien supérieur et sont comparables, tant au point de vue pétrographique qu'au point de vue paléontologique, aux couches terminales de l'Ordovicien du Sud de la France ¹.

Au-dessus d'une assise de quartzites non fossilifères, épaisse de 12 mètres, on peut observer un beau développement de schistes argileux fissiles avec quelques bancs plus gréseux et plus ferrugineux. Ces schistes, souvent très plissés, sont faciles à étudier dans les nombreuses petites vallées situées au nord ou à l'est de Fombuena ; ils sont très puissants dans le Val de la Parra et dans le Val Negro ; mais c'est au Val de Ocino qu'ils acquièrent leur plus beau développement. Ils m'ont fourni quelques fossiles :

Orthis Actoniæ Sow.

» *alternata* Sow.

» *Budleighensis* Dav.

Les deux derniers sont particulièrement abondants.

A leur partie supérieure, ces schistes deviennent plus calcarifères, comme on peut l'observer au Val Negro ou encore le long du chemin de Fombuena à Luesma. Ils renferment alors de nombreux débris de *Cystidés* présentant les plus grandes analogies avec ceux du Languedoc décrits par M. von Kœnen ; les genres *Echinosphærites* et *Caryocystites* sont représentés par de nombreux exemplaires. Les murs qui bordent le chemin entre l'Oratoire et le village de Luesma sont formés de blocs calcarifères très riches en *Cystidés* et renfermant encore les *Orthis* que j'ai signalés précédemment ; à Luesma, comme dans la Montagne Noire, il est donc impossible de séparer les calcaires à *Cystidés* des schistes à *Orthis Actoniæ*.

Les calcaires à *Cystidés* semblent disparaître à l'est de Luesma ; à partir de ce village jusqu'à la colline de S^a Herrera, j'ai observé une série puissante de schistes argileux, très fissiles, légèrement inclinés vers l'est ; ils deviennent parfois plus compacts et renferment alors des nodules analogues à ceux que j'ai signalés à Fombuena. Je n'ai trouvé aucun fossile ni dans les schistes, ni dans les nodules ; mais dans la bande occidentale de Murero, à l'ouest de Balconchan, des schistes occupant la même position stratigraphique m'ont fourni, à leur base, des échantillons étirés d'*Acidaspis Buchi*.

Ces assises pourraient donc représenter la partie terminale de l'Ordovicien ; il est possible toutefois que les couches supérieures appartiennent au Gothlandien ; la question ne pourra être résolue

1. BERGERON. — Loc. cit., page 105.

que par la découverte de zones fossilifères dans cette masse puissante de schistes.

A leur partie supérieure, les schistes deviennent plus gréseux ; ils alternent avec des bancs de grès et de quartzites que l'on peut facilement étudier dans la Rambla de Herrera, le long de l'arroyo Luesma. L'épaisseur de ces assises dépasse 400 mètres ; l'inclinaison augmente en se rapprochant de Herrera et atteint la verticale en plusieurs endroits ; bientôt les schistes disparaissent complètement et font place à une masse puissante de quartzites, qui s'élèvent brusquement au sud pour former les collines de la Virgen de Herrera (fig. 7). Ces quartzites, comme les schistes sous-jacents, sont souvent ferrugineux et ne renferment que des *Cruziana* et des *Scolithus*. M. Palacios, qui a donné une excellente description des environs de Herrera ¹, signale dans certains bancs une abondance extraordinaire de *Scolithus Dufrenoyi*, et la présence, au milieu de ces assises, d'une couche de barytine de 1^m20 d'épaisseur. Ces grès, supérieurs aux couches terminales de l'Ordovicien et recouverts, comme je vais le montrer, par les assises à *Cardiola interrupta*, représentent nettement la base du Gothlandien ; ils sont comparables aux grès qui, dans l'Ouest de la France, occupent la même position stratigraphique ; en Espagne comme en France, les grès gothlandiens présentent souvent une grande abondance de *Cruziana* et de *Tigillites* ².



Fig. 7. — COUPE DE LA VIRGEN DE HERRERA

- 1 — Schistes de Luesma. Ordovicien supérieur.
- 2 — Grès et quartzites du Gothlandien inférieur, non fossilifères.
- 3 — Schistes à *Cardiola interrupta* (80 mètres de puissance).
- 4 — Quartzites dévoniens.

Échelle approximative des longueurs $\frac{1}{40.000}$

Au village même de Herrera, comme le montre la fig. 2 (page 27), ces grès sont recouverts en discordance par le Trias supérieur, dont

1. D. PALACIOS. — Loc. cit. [51] page 33.

2. Ce fait était déjà signalé en 1880 dans la province de Ciudad-Real, par M. de Cortázar ; le savant ingénieur espagnol y signalait la présence de schistes à *Graptolithes* si intimement associés à des quartzites à *Cruziana* sous-jacents qu'on devait nécessairement les réunir dans un même étage.

l'inclinaison atteint à peine 20°. La coupe ci-contre (fig. 7), prise un peu plus au sud, entre Herrera et Villar, montre au-dessus des grès une série de schistes fissiles avec quelques bancs plus gréseux et plus calcarifères; il est en particulier facile de les observer en allant de Nogueras ou de Sa Cruz de Nogueras au pied même de la Virgen de Herrera; là, ils acquièrent une puissance de 80 mètres environ et sont recouverts directement et en concordance par des quartzites dévoniens fossilifères; malgré mes recherches, je n'y ai trouvé aucun fossile, mais un peu plus à l'ouest, près du village de Badenas, ces assises sont fossilifères. En se dirigeant de ce village vers le Moulin, on peut facilement relever une bonne coupe du Silurien supérieur (fig. 8); les schistes gothlandiens, identiques à ceux de Nogueras, sont fortement plissés et renferment quelques lits calcarifères avec de très rares nodules calcaires; un de ces nodules m'a fourni un échantillon très net de *Cardiola interrupta*; j'ai trouvé en outre, dans les schistes, des *Orthoceras* spécifiquement

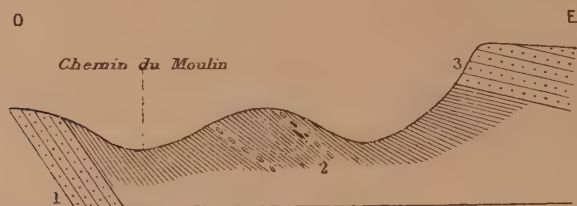


Fig. 8. — COUPE PRISE A 1 KIL. AU S. O. DE BADENAS

- 1 — Grès gothlandiens non fossilifères.
- 2 — Schistes ardoisiers, plissés, avec nodules à *Cardiola interrupta* (75 mètres).
- 3 — Quartzites dévoniens.

Échelle approximative $\frac{1}{25.000}$

indéterminables; comme à la Virgen de Herrera, ces schistes sont recouverts par le Dévonien inférieur fossilifère. La présence de *Cardiola interrupta* ne laisse aucun doute sur l'âge de ces schistes et permet de rattacher au Gothlandien toutes les assises si bien développées entre Badenas et Herrera.

La description des coupes précédentes nous a donc montré dans la bande orientale de la Chaîne Ibérique :

1° L'Ordovicien bien développé, avec plusieurs horizons fossilifères bien nets.

2° Le Gothlandien, avec couches à *Cardiola interrupta* et *Ortho-*

ceras; cet étage est d'ailleurs moins puissant que le précédent; ses affleurements sont moins nombreux et moins étendus.

Bande de Murero. — L'étude de la bande occidentale m'a donné des résultats beaucoup moins précis, car les zones fossilifères sont peu nombreuses dans toute cette région et l'âge des assises est souvent difficile à fixer.

Au-dessus des schistes potsdamiens que j'ai signalés entre Murero et Atea et dans le ravin de Valderura, j'ai observé une assise de grès, épaisse de 25 mètres environ, présentant les mêmes caractères minéralogiques que les grès armoricains qui dominent Fombuena et renfermant des débris de *Lingules*. Ces grès sont surmontés par des schistes argileux ou gréseux, souvent micacés, alternant avec des bancs de grès et de quartzites; ces assises acquièrent un beau développement entre Atea et Cubel et sont particulièrement faciles à observer à l'ouest de Balconchan, le long du chemin qui conduit de ce village à la Venta del Puerto; elles ne sont pas fossilifères, mais on y rencontre, principalement dans les grès micacés, de nombreuses empreintes mécaniques. Ces assises présentent avec le Flysch des Alpes les plus grandes ressemblances et M. Haug m'a fait remarquer qu'il existe, entre les deux formations, identité d'aspect et d'empreintes; c'est probablement à cause de ce faciès flysch que les fossiles sont très rares dans cette bande silurienne.

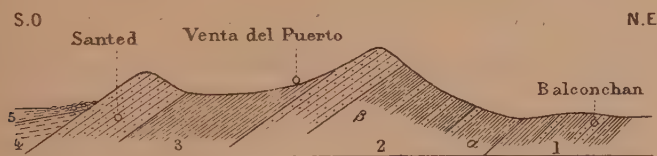


Fig. 9. — COUPE DE SANTED A BALCONCHAN

- 1 — Schistes et grès du Potsdamien.
- 2 — Ordovicien à faciès flysch { α Grès armoricain à *Lingules*.
 β Schistes à *Acidaspis Buchi*.
- 3 — Schistes et grès gothlandiens ?
- 4-5 — Grès calcarifères et marnes du Trias, recouverts en partie par des débris de quartzites.

Echelle approximative des longueurs $\frac{1}{150.000}$

Toutefois, près de Balconchan, j'ai trouvé des empreintes d'*Acidaspis Buchi* qui ne laissent aucun doute sur la présence du Silurien

moyen dans la région ; d'ailleurs, plus au nord, dans la direction de Deza, M. Palacios a signalé la présence d'*Orthis calligramma*.

Au-dessus des assises à *Acidaspis Buchi*, on peut observer, entre la Venta del Puerto et Used, des schistes fissiles, assez fortement inclinés vers le village de Santed et formant une petite plaine qui s'étend à l'ouest de la Sierra de Santa Cruz ; ces schistes non fossilifères sont surmontés par des bancs de quartzites de 40 mètres de puissance, bien visibles au village de Santed et renfermant des Brachiopodes indéterminables. Ces quartzites occupent la même position stratigraphique que ceux de la Virgen de Herrera et appartiennent très probablement au Gothlandien ; mais je n'ai pu découvrir nulle part de couches à *Cardiola interrupta* ; aussi, sur la carte (Pl. I) ai-je dû réunir le Silurien moyen et le Silurien supérieur dans la bande ancienne que je viens d'étudier.

Les quartzites de Santed forment une série de hauteurs qui peuvent se suivre jusqu'au-delà de Pardos ; ils sont recouverts directement, et en discordance nette, par les couches triasiques ; à l'est de Cubel, sur les quartzites siluriens dont l'inclinaison vers l'ouest est de 60°, reposent des marnes irisées et des calcaires inclinés de 20° à peine ; aux environs de Santed et d'Used, le contact est caché par de nombreux débris de quartzites siluriens, mais la présence de plusieurs lagunes, dont la plus importante est celle de Gallocanta, ne laisse aucun doute sur l'existence en ce point des marnes du Trias. D'après les travaux de M. Palacios, cette bande triasique se poursuit jusque dans la province de Soria ; mais le contact du Silurien et du Trias se ferait par faille dans toute la partie septentrionale.

L'Ordovicien existe donc d'une façon très nette dans toute cette région ancienne ; il supporte probablement, à sa partie supérieure, la base du Gothlandien non fossilifère, et l'ensemble est recouvert, en discordance, par le Trias.

J'ai tracé sur la carte (Pl. I), aussi exactement que cela m'a été possible, l'extension du Silurien dans la Chaîne Ibérique ; les différentes assises de quartzites et de schistes ont toutes la direction N.N.O.-S.S.E., qui est celle de la chaîne même : les diverses coupes que j'ai relevées perpendiculairement à cette direction sont toujours comparables aux deux coupes générales que je viens de décrire et qui sont les plus complètes que j'aie pu observer. La lecture de la carte me dispensera d'indiquer en détail les différents points où j'ai constaté la présence de l'Ordovicien et du Gothlandien.

II. — CHAÎNE HESPÉRIQUE

Historique

De Verneuil et Collomb [61], les premiers, ont signalé l'existence du Silurien dans cette région; ils en ont décrit l'extension géographique et ont indiqué la présence de schistes à *Graptolithes* près d'Orihuela (Sierra d'Albarracin) et de couches à *Calymene Tristani*, *Cal. Aragoi*, *Placoparia Tourneminei*, aux environs de Pardos (Sierra Menera).

En 1881, Carlos Castel, dans son étude géologique de la province de Guadalajara ¹, décrivit avec soin les divers affleurements siluriens qui jalonnent l'axe de l'extrémité de la Chaîne Serratique; il cita de nouveau l'Ordovicien fossilifère des environs de Pardos et signala la présence, près d'Atienza, d'un Gothlandien très net, où Palacios avait déjà rencontré *Monograptus priodon*, *Mon. Nilssoni*.

Dans son beau travail sur la province de Teruel [27], M. de Cortázar donne une description minéralogique très détaillée de la Sierra del Tremedal et de la Sierra del Collado de la Plata, et confirme la présence de schistes à *Graptolithes* aux environs d'Orihuela.

Distribution du Silurien et descriptions locales

Les observations que j'ai faites portent presque uniquement sur la région décrite par M. de Cortázar, et le temps m'a manqué pour visiter les environs de Pardos et d'Atienza. Le Silurien est particulièrement bien développé aux environs d'Orihuela et de Noguera et forme toute la série des hauteurs qui s'étendent de Checa à Torres et Monterde en prenant successivement les noms de Sierra del Tremedal et Sierra Alta. L'axe ancien, sensiblement dirigé N.O. - S.E., forme un vaste anticlinal facile à observer entre Griegos et Orihuela (fig. 11) ou le long du chemin qui conduit de Monterde à Tramacastilla (fig. 10). Cet axe primaire est formé par une masse puissante de quartzites, souvent ferrugineux, assez fortement plissés, et dont la direction générale est celle de la chaîne; les anticlinaux secondaires formés par ces quartzites limitent un certain nombre de

1. CARLOS CASTEL. — Descripción física, geognóstica, agrícola y forestal de la provincia de Guadalajara. — *Bol. Com. Map. geol. España*, t. VIII, 1881.

synclinaux occupés par des schistes argileux, quelquefois amphiboliques, souvent transformés en véritables schistes ardoisiers par des pressions latérales très importantes.

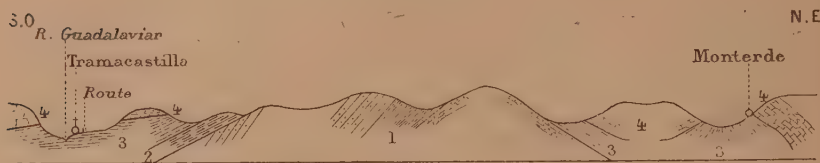


Fig. 10. — COUPE DE MONTERDE A TRAMACASTILLA

- 1 — Quartzites avec quelques bancs de schistes micacés. Inclinaison variable. (Ordovicien et Gothlandien inférieur) ?
- 2 — Grès rouge triasique.
- 3 — Marnes irisées gypsifères (Trias supérieur).
- 4 — Calcaire dolomitique de l'Infralias.

Longueur approximative de la coupe, 12 kilomètres.

La coupe précédente, prise de Monterde à Tramacastilla, montre le grand développement des quartzites ; quelques bancs sont particulièrement riches en fer et ont donné lieu, dans la Sierra, à de petites exploitations locales, aujourd'hui abandonnées à cause de la difficulté des transports ; plusieurs lits de schistes micacés, non fossilifères, sont intercalés au milieu de la série puissante de quartzites qui forment plusieurs anticlinaux. Je n'ai trouvé dans tout cet ensemble que quelques *Cruziana* et des *Tigillites*, qui ne permettent pas de préciser, en ce point, l'âge de ces diverses assises ; mais nous allons voir qu'un peu plus au nord, aux environs d'Orihuela, cette série est surmontée directement et en concordance par les schistes fossilifères du Gothlandien inférieur et moyen.

Les quartzites forment une série de crêtes particulièrement accusées aux environs d'Orihuela, et la coupe (fig. 11) prise un peu au sud du village, donne assez bien l'aspect de la Sierra. Sur les quartzites à *Bilobites* de la Virgen del Tremedal, on peut observer une masse assez puissante de schistes ardoisiers, très fissiles, assez riches en *Graptolites* ; ils occupent toujours le fond des vallées et forment plusieurs bandes synclinales très nettes, dont l'une, la plus occidentale, est suivie par la nouvelle route de Noguera à Orihuela.

Les fossiles sont particulièrement abondants le long de cette route, entre les bornes kilométriques 66 et 68; j'en ai recueilli en outre un assez grand nombre dans les schistes au milieu desquels se trouve la fontaine d'Orihuela, et tout le long du vieux chemin qui conduit de ce village à Noguera. La faune de ces schistes est caractérisée par

Monograptus Becki Barr.

» *priodon* Bronn

» *Sedgwicki* Portl.

» sp. voisin de *M. Halli* Barr.

» *concinus* Lapw.

» *Nilssoni* Barr.

Diplograptus sp. (1 seul échantillon).

Les *Monograptus Becki* et *Mon. priodon* sont très abondants.

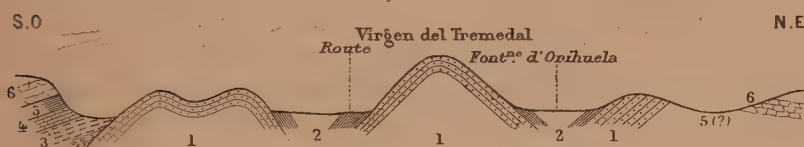


Fig. 11. — COUPE DE GRIEGOS A ORIHUELA

1 — Quartzites non fossilifères (Ordovicien et Gothlandien inférieur).

2 — Schistes à Graptolithes (Gothlandien inférieur et moyen).

3 — Conglomerats et grès rouges triasiques.

4 — Calcaire du Muschelkalk.

5 — Marnes irisées du Keuper.

6 — Calcaire de l'Infralias.

Longueur approximative de la coupe, 8 kilomètres.

Pour compléter cette faune, je signalerai l'existence d'*Orthoceras* nombreux, mais écrasés et indéterminables, et de *Rhynchonella ampelitidis* de Trom. et Leb.

La faune graptolithique, avec son abondance de *Monograptus priodon* et de *M. Becki* et l'absence presque complète de *Diplograptus*, montre que les schistes d'Orihuela doivent être rapportés aux zones désignées par Lapworth sous les noms d'étages de Tarannon et de Wenlock; c'est d'ailleurs à ce niveau qu'on a signalé, en Bretagne,

la présence de *Rhynchonella ampelitidis*. Le Gothlandien inférieur (partie terminale) et le Gothlandien moyen sont donc bien représentés dans la Chaîne Hespérique ; les quartzites sous-jacents peuvent alors être rapportés à la base du Gothlandien inférieur et à l'Ordovicien.

Nulle part, dans cette région, je n'ai observé de Gothlandien supérieur ; les conglomérats et les grès de la base du Trias reposent partout en discordance très nette sur les quartzites ou quelquefois sur les schistes à Graptolithes, comme à El Castillo, près de Noguera (fig. 13, page 55).

Au sud de Torrès, l'axe ancien est recouvert par le Trias et le Jurassique des environs d'Albarracin ; mais il reparait près de Gea et forme une bande étroite, sensiblement dirigée N.-S., qu'on peut suivre jusque près de Tormon et que j'ai observée le long des sentiers qui vont d'Albarracin à Bezas et de Rubiales à Jabaloyas.

Dans toute cette région, le Silurien est constitué par une série très régulière de quartzites et de schistes, dont l'inclinaison vers l'ouest varie de 40° à 80° ; les quartzites forment plusieurs collines parallèles séparées par des vallées schisteuses. L'axe silurien mesure très souvent 2 kilomètres à peine de largeur et, entre Bezas et Saldon, il est presque complètement recouvert par les conglomérats triasiques ; il ne m'a fourni aucun fossile ; mais comme ces différentes assises se relient incontestablement à celles que je viens de décrire aux environs de Monterde et de Tramacastilla, je les rapporterai aux mêmes étages.

Cette description s'applique trait pour trait à la Sierra Menera, située au nord de la chaîne d'Orihuela et séparée d'elle par le plateau jurassique de Pozondon. La Sierra Menera, orientée sensiblement S.E. - N.O., se rattache aux Parameras de Molina (Province de Guadalajara) ; dans cette région, le Silurien est fossilifère et de Verneuil y a signalé, comme je l'ai dit plus haut, la présence de *Calymene Tristani*, *Cal. Aragoi*, *Placoparia Tourneminei*. Je n'ai pas visité les environs de Molina ; j'ai étudié seulement la partie méridionale de la Sierra Menera et le San Gines, qui la termine au S.E. ; là, les couches fossilifères ont disparu et on peut observer seulement une belle succession de quartzites et de schistes, inclinés généralement vers l'ouest.

Le San Gines (1497 mètres) est formé uniquement par ces quartzites renfermant quelques *Scolithus* et *Cruziana* ; j'ai retrouvé les mêmes empreintes dans les quartzites de la Sierra Menera. Ces assises sont

certainement siluriennes : mais pour déterminer leur âge avec précision il faudra les suivre jusque dans les environs de Pardos et étudier leurs relations avec les assises à *Calymènes*. Les quartzites de la Menera et du San Gines supportent en discordance très nette les conglomérats et les grès de la base du Trias (fig. 12), qui recouvrent d'ailleurs toute la chaîne au nord de Peracense, isolant ainsi le Cerro du San Gines.



Fig. 12. — COUPE D'ALMOHAJA AU SAN GINES

- 1 — Quartzites siluriens à *Cruziana* (Ordovicien ?)
- 2 — Grès du Trias inférieur.
- 3 — Marnes irisées gypsifères.
- 4 — Calcaire dolomitique de l'Infralias.

Échelle approximative des longueurs $\frac{1}{50.000}$

La carte (Pl. II), sur laquelle j'ai représenté, aussi exactement que cela m'a été possible, les environs d'Albarracin, montre l'extrémité de la Chaîne Hespérique et l'extension du Silurien dans cette partie du plateau de Teruel.

Comparaison du Silurien du Sud de l'Aragon avec celui des régions voisines

En résumé, j'ai pu constater, dans la région que j'ai parcourue, l'existence très nette de l'Ordovicien et du Gothlandien.

Dans la Chaîne Ibérique j'ai signalé la succession suivante :

- | | | |
|-------------|---|--|
| Ordovicien | { | 1 Schistes rougeâtres à <i>Cruziana</i> et à <i>Vexillum</i> . |
| | | 2 Grès armoricain à <i>Lingules</i> . |
| | | 3 Schistes à <i>Calymene Tristani</i> et <i>Illænus</i> . |
| | | 4 Grès et schistes à <i>Orthis Actoniæ</i> . |
| | | 5 Schistes et calcaires à <i>Orthis Actoniæ</i> et <i>Cystidés</i> . |
| Gothlandien | { | 6 Schistes non fossilifères. |
| | | 7 Grès et quartzites à <i>Tigillites</i> et <i>Cruziana</i> . |
| | | 8 Schistes avec nodules calcaires à <i>Cardiola interrupta</i> . |

La série est moins complète dans la Chaîne Hespérique; aux couches à *Calymene Tristani* des environs de Pardos, je dois ajouter :

1° Des schistes et des quartzites à *Bilobites*, qui représentent probablement l'Ordovicien et la base du Gothlandien inférieur.

2° Des schistes à *Monograptus priodon*, *Mon. Becki* (partie terminale du Gothlandien inférieur et Gothlandien moyen).

Cette faune est identique à celle que M. Bergeron a décrite dans la Montagne Noire; si nous admettons que les schistes de la base, à *Cruziana* et à *Vexillum*, peuvent être parallélisés avec les schistes à *Euloma Filacovi*, nous voyons que, dans les deux régions, le Silurien est constitué par la même succession d'assises avec les mêmes caractères paléontologiques et pétrographiques; à l'époque silurienne comme à l'époque cambrienne, les deux pays faisaient partie de la même province.

Dans les Pyrénées, la succession ordovicienne est tout à fait comparable à celle du Sud de l'Aragon, et la faune graptolithique du Gothlandien a été rapportée par M. Barrois à l'étage de Tarannon ¹ : le Silurien des Pyrénées et celui du Plateau de Teruel offrent donc aussi les plus grandes analogies, et la même mer couvrait les deux contrées à l'époque silurienne.

M. Barrois, dans ses Recherches sur les terrains anciens des Asturies et de la Galicie, a décrit avec beaucoup de soin le Silurien de ces deux provinces et a montré que, considéré dans son ensemble, cet étage se présentait avec les mêmes caractères dans toute l'Espagne (sauf l'Andalousie), dans le Sud du Portugal et dans l'Ouest de la France.

Dans l'état actuel de nos connaissances, l'Ordovicien semble plus complet dans la Chaîne Ibérique que dans les Monts de Tolède, dans la Sierra Morena et dans le Portugal; dans toutes ces régions, en effet, on a distingué jusqu'à présent :

1° Des quartzites à *Bilobites* à la base;

2° Des schistes à *Calymènes* à la partie supérieure.

Mais il est très probable que des études plus complètes montreront la présence de l'Ordovicien supérieur dans les provinces de Salamanque, de Tolède, de Caceres et de Ciudad-Real.

Le Gothlandien du Sud de l'Aragon est identique à celui que

1. Ch. BARROIS. — Mémoire sur la distribution des Graptolithes en France. — *Ann. Soc. Géol. du Nord*, t. XX, 1892.

D. de Cortázar ¹ et Gonzalo y Tarin ² ont décrit dans les provinces de Ciudad-Real et de Badajoz.

En Portugal, dans l'Alemtejo, M. Delgado a signalé ³ un Gothlandien très complet, dont les parties inférieure et moyenne sont tout à fait comparables au Gothlandien de la région que nous avons étudiée.

Nous pouvons donc admettre, avec M. Barrois, qu'à l'époque silurienne toute la péninsule hispanique (sauf l'Andalousie) faisait partie d'une même aire synclinale.

La région des Pyrénées et de la Montagne Noire, comme je viens de le montrer, appartenait à la même province qui s'étendait d'ailleurs plus au nord, couvrant tout l'Ouest de la France et de la Bretagne ; l'Ordovicien de ces contrées offre en effet, comme je l'ai indiqué précédemment à plusieurs reprises et comme de Verneuil l'avait déjà soupçonné en 1852 ⁴, les plus grandes analogies avec celui de la Chaîne Ibérique, et le Gothlandien des environs de Rennes est de tous points semblable à celui de Herrera et d'Orihuela.

Si maintenant nous comparons la faune silurienne précédente à celle du Nord de l'Europe, nous voyons que pendant l'Ordovicien il existait deux provinces bien nettes : une province méridionale dont je viens de parler et une province septentrionale comprenant l'Angleterre et tout le Nord de l'Europe.

Dans le cours professé à la Sorbonne en 1895, M. Munier-Chalmas fit remarquer que cette division en deux provinces avait disparu au début du Gothlandien ; la faune gothlandienne est la même partout et la présence des Polypiers dans les couches de Gothland indique une profonde modification dans le milieu ambiant ;

1. D. DE CORTÁZAR. — Reseña física y geologica de la provincia de Ciudad-Real. — *Bol. Com. Mapa geol., Esp.*, t. VII, 1880.

2. J. GONZALO Y TARIN. — Reseña física y geológica de la provincia de Badajoz. — *Bol. Com. Mapa geol. Esp.*, t. V, 1879.

3. J. DELGADO. — Correspondance relative à la classification des schistes siluriens à Neréites découverts dans le sud du Portugal. — *Jornal de Sciencias math. phys. y naturas*, N° XXVI, 1879.

4. DE VERNEUIL ET COLLOMB. — Coup-d'œil sur la constitution géologique de quelques provinces de l'Espagne. — *B. S. G. F.*, 2^e série, t. X, p. 133.

Deux ans plus tard, de Verneuil et Barrande, dans leur Description des fossiles siluriens de la Sierra Morena, mirent en évidence « les relations qui lient les dépôts paléozoïques de France, d'Espagne et de Bohême, et l'espèce de contraste qu'ils offrent avec ceux de l'Angleterre, de la Suède et de la Russie ». — *B. S. G. F.*, 2^e série, t. XII, p. 966.

de là proviendraient l'extension de la faune méridionale et la disparition de la province septentrionale ¹.

Roches éruptives

Un certain nombre de roches éruptives traversent les assises siluriennes que je viens de décrire. M. Palacios a indiqué avec précision l'emplacement de plusieurs îlots de diabase et de porphyrite dans la bande silurienne de Fombuena et M. de Cortázar a signalé la présence d'une ophite à El Castillo, près de Noguera (Chaîne Hespérique). J'ai pu observer plusieurs de ces roches éruptives, que j'ai étudiées avec les conseils et l'aide de mon ami M. Léon Bertrand. Les schistes de l'Ordovicien supérieur du Val de Ocino (fig. 6) sont traversés par plusieurs dykes de labradorite, comme on peut le voir le long du ruisseau, ou encore en suivant le chemin de Fombuena à Luesma; ces dykes sont visibles sur quelques mètres à peine et les échantillons de roches éruptives qu'on peut recueillir sont le plus souvent très décomposés; l'un de ces échantillons m'a montré la composition suivante, identique à celle des roches déjà signalées par M. Palacios [51] :

I. Grands cristaux de quartz corrodés; grands cristaux de feldspath basique présentant une composition variable entre celle du labrador et celle de l'anorthite; les éléments ferro-magnésiens primitifs, qui sont indiqués par de la chlorite et des grains de fer oxydulé, paraissent avoir été de la hornblende.

II. Microlithes feldspathiques nombreux et enchevêtrés, qui semblent se rapporter à un plagioclase basique.

La calcite est abondante dans la roche et a souvent tout envahi.

Nous avons donc là une porphyrite labradorique avec grands cristaux de quartz corrodés, semblables à ceux des porphyres.

Ces cristaux de quartz, dont la présence est assez anormale, existent dans toutes les préparations que j'ai étudiées; je ferai d'ailleurs remarquer qu'ils sont généralement entourés d'une auréole différenciée, assez mince et régulière, actuellement transformée en calcite, et en outre imprégnée de produits ferrugineux dans l'une des préparations que j'ai observées.

1. MUNIER-CHALMAS. — Cours inédit (1895).

Un peu plus au nord, le long du chemin qui va de Vistabella à Cerveruela, à 2 kilomètres de ce dernier village, les schistes et quartzites ordoviciens sont traversés par plusieurs dykes de roches ayant la composition suivante :

I. — Grands cristaux d'andésine avec quelques-uns d'orthose.

II. — Microlithes d'orthose, courts et trapus ; microlithes d'andésine. Ces microlithes, très abondants et qui constituent presque tout le fond de la roche, sont entourés d'une pâte formée principalement de paillettes chloriteuses, dans laquelle on observe en outre de petites plages de calcite.

Ces roches sont donc intermédiaires entre les orthophyres et les porphyrites.

Dans la Chaîne Hespérique, à 2 kilomètres au N. O. de Noguera, on peut observer un dyke de microgranulite qui traverse les quartzites et les schistes fossilifères du Gothlandien ; la coupe suivante montre les relations de ce dyke avec les terrains sédimentaires qui l'entourent.

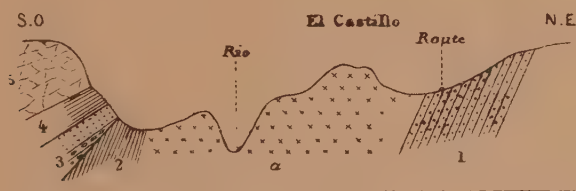


Fig. 13. — COUPE DE EL CASTILLO (NORD-OUEST DE NOGUERA)

- 1 — Quartzites (Ordovicien et Gothlandien inférieur).
- 2 — Schistes fossilifères (Gothlandien inférieur et moyen).
- 3 — Conglomérats et grès (Trias inférieur).
- 4 — Marnes irisées gypsifères (Trias supérieur).
- 5 — Calcaire dolomitique (Infralias et Lias inférieur).
- α — Dyke de microgranulite.

Echelle approximative des longueurs $\frac{1}{25.000}$

Étudiée au microscope, cette roche, citée par plusieurs géologues espagnols comme étant une ophite, montre les caractères d'une microgranulite typique ; au contact des schistes, toute sa pâte est formée d'éponges de quartz.

III

DÉVONIEN

Historique

En 1863, de Verneuil et Lartet [68] signalèrent, entre La Hoz de la Vieja et Segura, la présence de « phyllades vacuolaires, semblables aux roches dévoniennes de l'Ouest de la France et à celles des bords du Rhin, renfermant des Polypiers du genre *Petraia*, des tiges d'Encrines, une tête de *Phacops* et un petit *Spirifer* analogue au *Spirifer Bouchardi* ». La carte géologique de l'Espagne et du Portugal de E. de Verneuil et Collomb (2^e édition, 1868), montre l'existence d'une bande dévoniennne, dirigée S. S. E. - N. N. O. et allant de La Hoz à Luesma.

La partie septentrionale de cette bande a été étudiée par plusieurs géologues espagnols. M. de Cortázar, dans sa description géologique de la province de Teruel [27], indique l'existence, près de Nogueras et de Ferrerueta, de grauweekes et de schistes dévoniens à *Spirifer Rousseaui*, *Leptæna Murchisoni*, etc. Ces assises fossilifères se continuent dans la province de Saragosse; en 1873, M. Martin Donayre [30] en décrivit la faune, et tout récemment M. Palacios [51] en étudia l'extension et la constitution minéralogique dans son travail sur les environs de Daroca.

Distribution du Dévonien

Dans tout le Sud de l'Aragon, les affleurements du Dévonien sont moins nombreux et moins étendus que ceux du Silurien et du Cambrien. J'ai déjà eu l'occasion de signaler que les dépôts siluriens de la partie méridionale de la Chaîne Hespérique sont partout recouverts en discordance par le Trias inférieur: le Dévonien n'existe pas dans cette région; pour le trouver, il faudrait aller

beaucoup plus à l'ouest, aux environs d'Hinarejos, dans la province de Cuenca ¹, ou encore à l'extrémité de la Sierra de Guadarrama, près d'Alcolea (province de Guadalajara).

Le Dévonien manque également dans toute la bande occidentale de la Chaîne Ibérique (bande de Murero et d'Atea); les dépôts siluriens, depuis Tornos jusqu'à Pardos et Deza, sont recouverts directement par les grès et les marnes du Trias. Mais la région orientale (bande de Badules) nous présente un beau développement du Dévonien inférieur, qui forme une bande à peine discontinue depuis Nogueras jusqu'au S. E. de Montalban (voir la carte Pl. I).

Dans sa partie septentrionale, cette bande s'appuie sur le Gothlandien de Herrera et de Badenas; au sud du Rio Moyuela, les couches siluriennes ayant disparu, le Dévonien seul marque la direction de la chaîne ibérique et ses affleurements sont très nets jusqu'aux environs de Castel de Cabra.

Descriptions locales

C'est entre les hauteurs de la Virgen de Herrera et les villages de Nogueras et de Santa Cruz que j'ai pu le mieux étudier les diverses assises dévoniennes, et la coupe suivante, prise de la Virgen au plateau de Villar, est l'une des plus complètes que j'aie observées dans toute la région.

Sur les schistes à *Cardiola interrupta*, assez fortement plissés, repose une masse puissante de quartzites colorés en rouge par des oxydes de fer. Ces quartzites ne sont pas fossilifères; je les rapporte cependant au Dévonien: ils passent en effet d'une façon presque insensible aux couches supérieures, qui sont nettement coblenziennes; d'autre part, nous avons vu que tous les quartzites siluriens avaient la même direction N. O.-S. E. et qu'aux environs de Luesma ils étaient tous inclinés vers le nord-est; or la direction générale et l'inclinaison des quartzites ferrugineux et des assises dévoniennes fossilifères sont très différentes: en effet, aux environs de Nogueras

1. En 1852, de Verneuil et Collomb ont recueilli, aux environs d'Hinarejos, une riche faune dévonienne: *Cryphaeus calliteles*, *Spirifer Rousseaui*, *Terebratula Guerangeri*, *Leptæna Murchisoni*, etc. — B. S. G. F., 2^e série, t. X., p. 127.

En 1853, de Verneuil et de Lorient signalèrent, entre Sigüenza et Atienza, des calcaires à *Terebratula sub-Wilsoni*, *T. Guerangeri*, *Spirifer Rousseaui*, *Chonetes sarcinulata*. — B. S. G. F., 2^e série, t. XI, p. 665.

et de Santa Cruz de Noguerras, les strates sont inclinées vers le sud-sud-est et vers le sud et leur direction est E. N. E.-O. S. O. Il semble que dans la Chaîne Ibérique il se soit produit des mouvements locaux, et probablement de très peu d'importance, entre le Silurien et le Dévonien; mais les différentes coupes que j'ai relevées dans la région n'indiquent aucune discordance entre les deux systèmes.

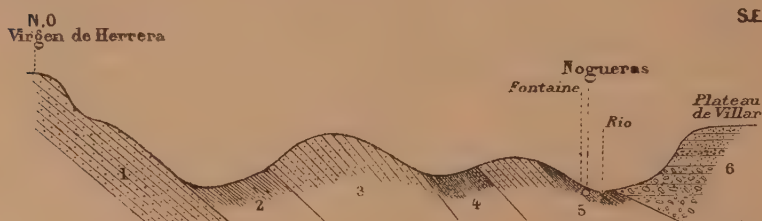


Fig. 14. — COUPE DE LA VIRGEN DE HERRERA A NOGUERRAS

1 — Quartzites du Gothlandien inférieur.		
2 — Schistes à <i>Cardiola interrupta</i>	80 m.	
3 — Quartzites souvent ferrugineux, non fossilifères	150 m.	
4 — Schistes calcarifères, avec bancs calcaires.	50 m.	} Dévonien inférieur
5 — Quartzites, schistes, calcaires et grauwacke	80 m.	
6 — Tertiaire horizontal du bassin de l'Ebre.		

Longueur de la coupe: 5 kilomètres.

Les quartzites de la base du Dévonien (3) ont 150 mètres de puissance environ et leur inclinaison vers le sud varie de 30 à 70 degrés; ils sont surmontés directement par les calcaires à *Spirifer* du groupe du *Sp. Venus*; je puis donc les paralléliser avec les grès à *Orthis Monnieri* qui, dans le massif armoricain et dans le Cotentin, occupent la même position stratigraphique; toutefois leur base pourrait peut-être représenter une partie du Gédinnien. Quoique je n'aie trouvé dans la région aucun fossile du Gédinnien, il est probable que cet étage existe; il serait alors représenté par la partie terminale des Schistes (2), dont les assises moyennes seules renferment les nodules à *Cardiola interrupta*, et aussi par les bancs inférieurs des quartzites non fossilifères (3); en certains points, d'ailleurs, les Schistes passent presque insensiblement aux quartzites par intercalation de petits bancs gréseux; la sédimentation a donc été continue dans la région.

Les quartzites supportent des schistes calcarifères avec bancs de calcaire (4); à leur partie supérieure, les schistes deviennent plus

fissiles et alternent avec des lits de grès et de calcaire gréseux. Ces diverses assises, dont l'épaisseur est d'environ 50 mètres, sont assez fossilifères et renferment la faune suivante :

Cryphæus sp.

Tentaculites Velaini Mun.-Ch.

Plectambonites Bouei Barr.

Orthotetes hipparionix Schnur sp.

Hysterolites vulvarius Schl. sp.

Orthis Gervillei Defr. sp.

» *fascicularis* d'Orb.

Rhynchonella cypris d'Orb.

Megalanteris inornata d'Orb. sp.

Trigéria (*Centronella*) *Guerangeri* de Vern. sp.

Spirifer du groupe de *Sp. Venus*¹ d'Orb.

Megalanteris inornata est particulièrement abondant.

Sur ces assises repose une succession de grès, de schistes et de grauweekes, avec bancs calcaires (5), dont la puissance est de 80 mètres, qu'on peut suivre jusqu'au village même de Nogueras et qui disparaît un peu au-delà du rio Camarassous les poudingues tertiaires du bassin de l'Ebre; toute cette série, très fossilifère, renferme une faune présentant avec la précédente les plus grandes analogies. A la base on observe surtout des quartzites avec intercalations de lits schisteux peu fossilifères; j'y ai recueilli seulement un *Proetus* et quelques exemplaires de *Leptæna rhomboidalis*. Ces quartzites supportent des schistes assez puissants, quelquefois gréseux mais le plus souvent calcarifères, alternant avec des bancs calcaires et quelques bancs de grès; tout cet ensemble renferme en outre quelques lits de véritable grauweeke; les schistes gréseux sont à peine fossilifères; mais les grauweekes et les calcaires, bien développés près de la fontaine de Nogueras, renferment une faune très riche caractérisée par les espèces suivantes :

Cryphæus Munieri OEhl.

» sp.

Homalonotus lævicauda Qu.

» cf. *multicostatus* Koch

» nov. sp.

Phacops sp.

1. Ce *Spirifer* est très abondant dans le Dévonien de la Mayenne et appartient à une espèce non décrite (Communication de M. D.-P. OEhlert).

- Tentaculites Velaini* Mun.-Ch.
Pterinea cf. *Guerangeri* OEhl.
Lingula sp.
Craniella sp.
Chonetes sarcinulata Schl. sp.
Leptæna Sedgwicki d'Arch. et de Vern.
 » sp.
 » *rhomboidalis* Wahl. sp.
Orthotetes hipparionix Schnur sp.
Hysterolites vulcarius Schl. sp.
Rhipidomella Hamoni Rouault sp.
Orthis Gervillei Deifr. sp.
 » sp.
Spirifer Pellicoï de Vern.
 » sp. du groupe du *Sp. Venus* d'Orb.
Merista sp.
Atrypa reticularis var. *aspera* Schl.
Rhynchonella cypris d'Orb.
 » *cypris* var. *Baconnierensis* OEhl.
 » *subpareti* OEhl.
Megalanteris inornata d'Orb. sp.
Trigéria (Centronella) Guerangeri de Vern. sp.
 » » cf. *Gaudryi* OEhl.
Crinoides.
Zaphrentis sp.
Receptaculites sp.

Cette faune et celle des schistes calcaireux sous-jacents sont tout à fait comparables à la faune des calcaires de Néhou ; les assises fossilifères des environs de Nogueras représentent donc le Coblentzien inférieur. Malgré mes recherches, je n'ai pu établir aucune division paléontologique bien nette dans cet ensemble puissant de schistes et de calcaires fossilifères ; de la base au sommet, j'ai trouvé la même association d'espèces avec prédominance constante des *Cryphæus*, des *Spirifer*, des *Orthis* et des *Centronella*. Toutefois, j'ai déjà indiqué que *Megalanteris inornata* était très abondante à la base ; elle est au contraire très rare dans les assises supérieures. Les bancs calcaires qui affleurent à la fontaine de Nogueras renferment de nombreux exemplaires d'*Homalonotus*, de *Cryphæus*, d'*Orthis* et de *Orthotetes hipparionix* et sont particulièrement très riches en *Trigéria Guerangeri*, en *Rhynchonella cypris* et surtout en *Spirifer* du groupe du *Sp. Venus* ; mais ces derniers

fossiles, comme les précédents d'ailleurs, se retrouvent en moins grande abondance dans toute la série des schistes et des calcaires.

Le chemin qui va de Nogueras à Badenas suit constamment ces couches fossilifères, qu'il est particulièrement facile d'étudier le long du ruisseau Almonacid ¹. Les schistes et les calcaires qui forment les berges de la rivière et les murs qui longent le sentier renferment une faune très riche, caractérisée surtout par l'abondance des *Chonetes sarcinulata*, et des *Trigleria Guerangeri* de grande taille ; avec ces deux espèces et la plupart de celles que j'ai citées précédemment, j'ai rencontré :

Pleurotomaria sp.

Orthis umbraculum Schl.

» *fascicularis* d'Orb.

Spirifer Pellicoï de Vern.

Uncinulus sub-Wilsoni d'Orb. sp.

Atrypa reticularis, var. *prisca* Lin. sp.

A 1 kilomètre à l'est de Badenas, les schistes dévoniens se relèvent brusquement et viennent s'appuyer sur le Gothlandien fossilifère dont j'ai parlé plus haut (page 44) ; en certains points l'inclinaison des couches dépasse la verticale et les schistes à *Orthoceras* du Silurien supérieur semblent reposer sur les quartzites du Coblentzien inférieur.

Le Coblentzien acquiert un beau développement entre Badenas et Loscos. Au-dessus des quartzites de la base, que j'ai figurés sur la coupe fig. 8 (page 44) et qui renferment à leur partie supérieure des parties calcaires avec nombreux Polypiers, on trouve la même succession de schistes et de calcaires, avec la même faune ; les couches plongent en général vers le sud et forment une série de petites collines légèrement ondulées, qu'on suit pendant 5 à 6 kilomètres et qui sont formées presque toutes aux dépens des assises fossilifères. Dans les ravins de la Modorra et de Santo Domingo, les schistes dévoniens argileux, assez fissiles et non fossilifères en ces points, sont traversés par des roches éruptives, dont je dirai quelques mots plus loin. Près de Loscos, les schistes disparaissent parfois sous des

1. Ce ruisseau est quelquefois désigné sous le nom de Rio Camaras ; les géographes ne sont pas toujours d'accord sur les noms à donner aux diverses rivières de la province, et d'ailleurs il n'est pas rare de voir la même rivière prendre successivement plusieurs noms, formés en faisant précéder du mot Rio les noms des principaux villages qu'elle traverse.

poudingues tertiaires, formés de fragments anguleux de quartzites et de calcaires et épais de 10 mètres à peine ; ces poudingues se relient nettement aux poudingues inférieurs de la vallée tertiaire de l'Èbre, qui acquièrent un peu plus à l'est une très grande puissance ; mais à l'ouest de Loscos ils sont à peine développés et laissent affleurer presque constamment le Dévonien inférieur assez fortement incliné.

Loscos est bâti sur les schistes et les calcaires du Coblentzien et près du village, dans les murs qui séparent les jardins, j'ai souvent trouvé de nombreux échantillons de *Phacops*, de *Spirifer* et d'*Orthis*, identiques à ceux que j'ai signalés précédemment. Le chemin qui va de Loscos à Monforte est établi sur les schistes calcarifères, toujours faiblement inclinés vers le sud, et le ruisseau qui coule à 1 kilomètre au nord de ce dernier village montre de très beaux affleurements des assises fossilifères. Au point de vue stratigraphique, les schistes de Monforte sont supérieurs à ceux de Nogueras que nous venons d'étudier ; la faune en est un peu différente :

Phacops Potieri Bayle

Tentaculites Velaini Mun.-Ch.

Palæoneilo sp.

Guerangeria sp.

Craniella sp.

Orthotetes hipparionix Schnur sp.

Rhipidomella Hamoni Rouault sp.

Orthis Gervillei Defr. sp.

Spirifer sp.

Cyrtina heteroclita Defr. sp.

Athyris undata Defr. sp.

Atrypa reticularis var. *aspera* Schl.

» » var. *prisca* Lin. sp.

Rhynchonella sp.

Pentamerus galeatus Hall

Favosites sp.

Zaphrentis sp.

Cette faune locale est surtout caractérisée par l'abondance extraordinaire de l'*Atrypa reticularis*, var. *prisca*.

Au sud-est de Monforte les affleurements dévoniens deviennent de moins en moins importants : l'axe silurien a déjà complètement disparu, et les dépôts triasiques viennent reposer en discordance, à l'est et à l'ouest, sur les couches coblentziennes. La

coupe suivante, prise aux environs de Rudilla, montre bien cette disposition.



Fig. 15. — COUPE S.O. - N.E. PRISE A 1 KIL. AU NORD DE RUDILLA

- 1 — Calcaires, schistes et quartzites du Coblentzien inférieur.
- 2 — Grès et poudingues du Trias inférieur (15 à 30 mètres).
- 3 — Calcaire fossilifère du Muschelkalk (20 à 40 mètres).
- 4 — Marnes irisées gypsifères du Trias supérieur.
- 5 — Calcaire dolomitique de l'Infralias.
- 6 — Crétacé (Gault et Cénomanien).

Longueur de la coupe : 4 kilomètres.

Un peu plus au sud, aux environs d'Anadon, le Dévonien est complètement recouvert par le Trias, mais le manteau triasique est très peu épais et le Coblentzien apparaît dans les ravins situés au nord du village, ou encore le long du Rio Marineta. D'ailleurs, à 1 kilomètre au sud d'Anadon, on voit réapparaître nettement une bande dévonienne, qu'on peut suivre d'une façon continue jusqu'à Montalban et Castel de Cabra.

Dans toute cette région, où le Silurien n'affleure plus, l'axe de la Chaîne Ibérique est formé par un anticlinal dévonien, représenté nettement dans les deux coupes suivantes (fig. 16 et 17), mais dont l'un des deux flancs est quelquefois caché par le Trias. Cette bande dévonienne est dirigée du N. O. au S. E., depuis Anadon jusqu'à Montalban ; là, elle s'incurve et se dirige vers l'est jusqu'aux environs de Castel de Cabra, où elle disparaît sous les terrains secondaires ¹.

1. La vallée tertiaire de l'Ebre est limitée au sud-ouest et au sud par un anticlinal très net, dont l'axe est formé par les terrains anciens depuis le Monte Toranzo (province de Soria) jusqu'à Castel de Cabra (province de Teruel). L'anticlinal se poursuit à l'est jusque dans la province de Tarragone, mais l'axe en est occupé par les terrains secondaires : à Calanda, par exemple, comme je le montrerai plus loin, il est formé par les marnes du Trias ; mais, dans le Nord de la province de Teruel, l'axe de l'anticlinal est souvent caché par des sédiments tertiaires horizontaux.

La coupe suivante, prise entre La Hoz de la Vieja et Armillas, est la plus complète de toutes celles que j'ai pu relever dans la région ; elle est prise le long du chemin de Segura, suivi et décrit par de Verneuil et Lartet en 1862 [68].



Fig. 16. — COUPE DE LA HOZ A ARMILLAS (CHEMIN DE SEGURA)

- 1 — Quartzites, schistes et grauwackes dévoniens (α , grauwacke fossilifère).
- 2 — Grès du Trias inférieur — 25 mètres.
- 3 — Calcaires du Muschelkalk — 200 mètres (la partie supérieure est fossilifère).
- 4 — Marnes irisées du Trias supérieur.

Longueur de la coupe : 6 kilomètres.

L'axe de l'anticlinal est formé par des quartzites, le plus souvent ferrugineux, traversés par de nombreux filons de quartz avec galène autrefois exploitée. Vers le sud-ouest, ces quartzites sont recouverts en discordance par des grès rouges triasiques ; mais au nord-est, du côté de La Hoz de la Vieja, ils sont surmontés par des grauwackes ferrugineuses, fossilifères à l'endroit connu sous le nom de Canteras de Fuendemonia. J'ai trouvé dans ces schistes les espèces suivantes :

Chonetes sarcinulata Schl. sp.
Orthotetes hipparionix Schnur sp.
Orthis Gervillei Defr. sp.
Spirifer sp.
 Polypiers
 Tiges d'Encrines.

De Verneuil avait signalé dans ces mêmes assises une tête de *Phacops* et un *Spirifer* voisin de *Sp. Bouchardi*. Cette faune montre que la grauwacke de La Hoz appartient au Coblentzien inférieur.

Sur ces assises repose en concordance une série puissante de quartzites et de schistes non fossilifères, que l'on peut suivre sur plusieurs kilomètres jusqu'au village de La Hoz ; les quartzites sont souvent riches en fer et quelques bancs ont été autrefois

activement exploités; tout cet ensemble peut représenter le Coblentzien supérieur et peut-être une partie du Dévonien moyen. A 200 mètres environ du village de La Hoz, les couches dévoniennes sont recouvertes en discordance par les grès rouges du Trias.

Les mêmes assises peuvent se suivre plus au sud; mais, par suite de la grande transgression triasique, la largeur de la bande diminue de plus en plus: on peut l'évaluer à 6 kilomètres aux environs de La Hoz; elle atteint à peine 300 mètres entre Montalban et Peñaroyas, à l'endroit où a été relevée la coupe suivante:

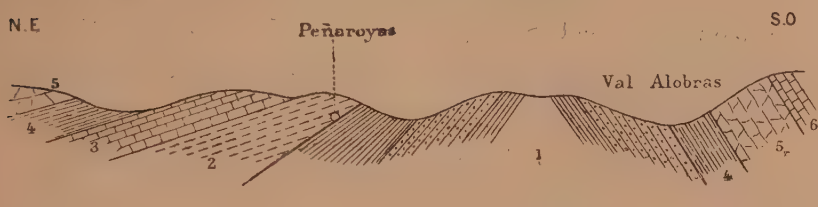


Fig. 17. — COUPE DE MONTALBAN A PEÑAROYAS

- 1 — Schistes avec quartzites assez fortement plissés. Dévonien — 180 m.
- 2 — Grès rouge. Trias inférieur — 40 mètres.
- 3 — Calcaire en bancs très réguliers. Muschelkalk — 25 mètres.
- 4 — Marnes irisées gypsifères. Trias supérieur — 40 mètres.
- 5 — Calcaire compact dolomitique. Infralias et Lias inf. — 60 mètres.
- 6 — Calcaire marneux fossilifère. Lias moyen et Lias supérieur.

Longueur de la coupe : 750 mètres.

Elle est encore plus réduite au nord de Castel de Cabra: le flanc sud-ouest de l'anticlinal est recouvert par le Trias et les quartzites dévoniens sont visibles sur 50 mètres à peine; un peu plus à l'est, entre Castel et Cañizar, le Dévonien est complètement caché par les sédiments secondaires¹.

En résumé, le Dévonien du Sud de l'Aragon m'a montré un beau développement de schistes et de calcaires fossilifères, dont la faune est identique à celle du calcaire de Néhou, et j'ai pu suivre ces assises depuis Nogueras jusqu'aux environs de Montalban.

1. Un peu à l'est de la bande dévonienne que je viens d'étudier et que j'ai suivie d'une façon presque ininterrompue depuis Nogueras jusqu'à Castel de Cabra, M. de Cortázar cite un petit affleurement dévonien aux environs de Lagueruela, localité que je n'ai pas visitée. Suivant le savant ingénieur, au-dessus des grès et des psammites ferrugineux avec tiges d'Encrines, on trouverait des calcaires dévoniens renfermant la faune de Nogueras.

A la base de ce Coblentzien inférieur j'ai observé des grès et des quartzites non fossilifères, qui représentent le grès à *Orthis Monnieri* et peut-être une partie du Gédinnien: ils reposent sur des schistes dont les assises moyennes renferment des nodules à *Cardiola interrupta*; comme je l'ai indiqué précédemment, le Gédinnien est probablement représenté par les bancs inférieurs des quartzites non fossilifères et la partie terminale des schistes sous-jacents.

Les assises fossilifères de Nogueras sont surmontées par des quartzites et des schistes sans fossiles qui représentent la partie terminale du Coblentzien et peut-être les étages supérieurs. Mais, dans toute la région, la présence du Coblentzien moyen est seule parfaitement démontrée.

Comparaison du Dévonien inférieur du Sud de l'Aragon avec celui des régions voisines

Dans son étude sur les Asturies et la Galice, M. Barrois ¹ a montré « qu'il devait exister une mer ouverte au centre de l'Espagne à la fin du Dévonien inférieur et pendant le Dévonien moyen »; cette mer s'étendait à l'ouest sur une grande partie de la Meseta, puisque les sédiments dévoniens ont été signalés dans les provinces de Cordoue, de Caceres et dans le royaume de Léon. Dans l'état actuel de nos connaissances, il est encore difficile de comparer les formations dévoniennes dans les diverses provinces de l'Espagne: le plus souvent, en effet, les auteurs n'ont pas distingué les différents étages dans leurs descriptions géologiques. Je n'étudierai ici que le Dévonien inférieur et en particulier le Coblentzien, qui, en Espagne, sont assez bien représentés et paraissent exister dans presque toutes les régions où le Dévonien a été signalé.

Dans la province de Cuenca, de Verneuil [61], MM. Jacquot ² et de Cortázar [26] ont indiqué l'existence du Dévonien inférieur très net, que l'on retrouve un peu plus au nord, dans la province de Guadalaajara, où il a été étudié par de Verneuil et Carlos Castel ³. J'ai cité précédemment (page 57, note infrapaginale) la faune recueillie dans ces deux provinces par E. de Verneuil; elle est

1. CH. BARROIS. — Loc. cit. p. 508.

2. JACQUOT. — Esquisse géologique de la Serranía de Cuenca. — *Annales des Mines*, t. IX, 1866.

3. CARLOS CASTEL. — Descripción geológica de la provincia de Guadalaajara. — *Bol. Com. Mapa geol. España*, t. VIII, p. 175, 1881.

identique à celle de Nogueras et appartient incontestablement au Coblentzien.

Dans la province de Ciudad-Real, M. de Cortázar ¹ a étudié, en 1880, plusieurs petits îlots dévoniens reposant directement sur le Gothlandien à *Cardiola interrupta* et renfermant les espèces suivantes : *Homalonotus Pradoanus*, *Spirifer Pellicoi*, *Sp. speciosus*, *Strophomena rhomboidalis*, et un peu plus à l'ouest, dans la province de Badajoz, Gonzalo y Tarin ² indique l'existence de couches dévoniennes fossilifères ; les espèces citées par le savant ingénieur appartiennent à plusieurs étages, parmi lesquels se trouve certainement le Coblentzien, caractérisé par des *Spirifer* voisins de *Sp. Rousseaui* et par *Rhynchonella Orbignyana* ; dans cette province d'ailleurs, des mouvements se sont produits entre le Silurien et le Dévonien, qui repose en discordance sur les terrains plus anciens.

Dans la province de Cordoue, M. Mallada ³ a signalé des grauwackes fossilifères à *Pleurodictyum problematicum*, et dans la province de Caceres, MM. Mallada et Egozcue ⁴ ont décrit des calcaires à *Rhynchonella Orbignyana*, dont la base pourrait appartenir au Coblentzien.

En résumé, bien que le Dévonien possède une faible extension en Espagne, les affleurements du Coblentzien sont relativement abondants dans la Sierra Morena et dans les Monts de Tolède, et ils s'y présentent partout avec la même faune.

La mer coblentzienne couvrait d'ailleurs une grande partie du Nord de la péninsule. M. Barrois, dans sa belle étude sur les Asturies, a montré l'existence, dans cette région, d'un Dévonien très puissant et très fossilifère ; la base en est formée par les grès de *Furada* et les schistes et calcaires de la *Nieva*, qui peuvent être parallélisés avec les grès et les schistes calcarifères de Nogueras.

La faune du Dévonien inférieur se retrouve, avec les mêmes caractères, tout le long de la cordillère des Pyrénées : les assises à *Spirifer*

1. D. DE CORTÁZAR. — Descripción geologica de la provincia de Ciudad-Real. — *Bol. Com. Map. geol. España*, t. VII, p. 24, 1880.

2. GONZALO Y TARIN. — Reseña fis. geol. de la provincia de Badajoz. — *Bol. Com. Map. geol. España*, t. VI, p. 405, 1879.

3. MALLADA. — Reconocimiento geol. de la provincia de Cordoba. — *Bol. Com. Map. geol. España*, t. VII, 1880.

4. EGOZCUE Y MALLADA. — Descripción geol. de la provincia de Caceres. — *Mem. Com. Map. geol. España*, 1876, p. 152.

Pellicoi ont été signalées dans la Navarre, par M. Stuart-Menteath ¹, et, au nord de la province de Huesca, M. Mallada ² a décrit une zone à *Rhynchonella Pareti* et *Spirigerina reticularis*, qui se poursuit jusque dans les provinces de Lerida et de Gerona.

Le Dévonien inférieur est connu au nord des Pyrénées et M. Bergeron ³ l'a étudié dans la Montagne Noire. Malheureusement, dans cette région, la base du Coblentzien est représentée par des dolomies non fossilifères; elles passent, à leur partie supérieure, à des calcaires marneux, dont la faune rappelle celle que j'ai décrite dans les environs de Monforte.

Mais c'est avec le Dévonien de l'Ouest de la France que celui du Sud de l'Aragon présente les plus grandes affinités paléontologiques. Déjà, en 1850, de Verneuil ⁴ avait montré que le Dévonien de la Sarthe possédait 28 espèces communes avec celui des provinces de Léon, des Asturies et de la Sierra Morena (le Dévonien de l'Aragon n'avait pas encore été signalé). Cette similitude de faune a d'ailleurs été confirmée par les travaux plus récents publiés par M. D.-P. Oehlert ⁵ sur le Dévonien de la Sarthe.

La description que j'ai faite des assises de Nogueras vient confirmer l'idée émise par MM. Oehlert et Davoust ⁶ « que la ressemblance du Dévonien de la Sarthe avec celui de l'Espagne tendra à augmenter lorsque de nouveaux travaux seront venus grossir la liste des fossiles de ces différents pays ». Les affinités paléontologiques et pétrographiques entre le Dévonien de la Sarthe et celui de l'Aragon sont frappantes; M. D.-P. Oehlert, qui a bien voulu m'aider de ses conseils pour la détermination de mes fossiles et vérifier l'exactitude des listes que j'ai données plus haut, me les a signalées, dès 1892, au retour de mon second voyage en Espagne; dans les deux régions on trouve les mêmes espèces, la même association d'espèces et la même abondance de certaines formes; d'autre

1. STUART-MENTEATH. — Sur la géologie des Pyrénées de la Navarre, du Guipuzcoa et du Labourd. — *B. S. G. F.*, 3^{me} série, t. IX, p. 307.

2. MALLADA. — Descripción física y geologica de la provincia de Huesca. — *Mem. Com. Map. geol. Esp.* 1878.

3. BERGERON. — Loc. cit., p. 119.

4. DE VERNEUIL. — Réunion extraordinaire du Mans. — *B. S. G. F.*, 2^{me} série, t. VII, page 784.

5. D. P. OEHLERT. — Note sur quelques Pélécypodes dévoniens. — *B. S. G. F.*, 3^e série, t. XVI, p. 633.

6. OEHLERT et DAVOUST. — Sur le Dévonien du département de la Sarthe. — *B. S. G. F.*, 3^e série, t. VII, p. 702.

part, le faciès de la roche est souvent identique dans les deux contrées et, d'après M. D.-P. OEhlert, il serait difficile d'indiquer la provenance française ou espagnole de la plupart des échantillons coblentziens si on ne les avait pas recueillis soi-même.

A l'époque du Coblentzien, les conditions de dépôt étaient donc les mêmes dans l'Aragon et dans la Sarthe; ces deux régions faisaient vraisemblablement partie d'une même mer, qui, nous venons de le voir, occupait une grande partie de l'Espagne et le Sud de la France. Cette mer s'étendait d'ailleurs plus au nord et couvrait une partie du Cotentin; j'ai déjà insisté, à plusieurs reprises, sur le parallélisme des assises de Nogueras et des schistes et calcaires de Néhou.

Roches éruptives

Les schistes coblentziens qui affleurent entre Badenas et Loscos sont traversés par plusieurs dykes de roches éruptives que M. Léon Bertrand a bien voulu étudier; ces diverses roches apparaissent nettement dans les barrancos de la Modorra et de Santo Domingo.

A côté de *microgranulites typiques*, j'ai observé quelques dykes de roches plus basiques; l'une d'elles est une *diorite micacée quartzifère* appartenant nettement à la famille des *lamprophyres* et offrant la constitution suivante :

Mica noir abondant et amphibole hornblende (partiellement transformée en chlorite) renfermant d'assez nombreux grains de fer oxydulé; cristaux de feldspath plagioclase basique, appartenant pour la plupart au labrador: un assez grand nombre sont zonés et le centre en est formé de bytownite ou même d'anorthite; il existe en outre quelques rares plages d'orthose. Le quartz, relativement abondant et vraisemblablement d'origine secondaire, moule tous les autres éléments, auxquels il est nettement postérieur; il se présente, soit en grandes plages irrégulières du type granitique, soit sous forme d'un magma microgranulitique.

D'autres échantillons, assez altérés, se montrent formés d'amphibole brune en grands cristaux et de feldspath indéterminable; cette roche paraît devoir se rapporter aux *diorites*.

Il existe aussi des roches analogues à la précédente, au point de vue de la constitution minéralogique, mais montrant une structure nettement différente : l'amphibole et le feldspath plagioclase, au lieu de se présenter en cristaux homogènes, bien définis, se montrent sous forme de faisceaux de microlithes accolés ; cette roche se rapproche donc plutôt du type des *porphyrites amphiboliques*, tout en étant complètement cristallisée.

IV

TRIAS

Historique

Chaîne Hespérique. — De Verneuil et Collomb [61], les premiers, ont donné des renseignements précis sur le Trias du Sud de l'Aragon, qu'ils avaient parcouru en 1852 ; ils montrèrent que, pris dans son ensemble, le Trias de cette partie de l'Espagne offrait ses trois termes habituels alors connus : à la base, des poudingues et des grès ; à la partie moyenne, des calcaires souvent dolomitiques, équivalent stratigraphique du Muschelkalk de l'Alsace, renfermant à Hinarejos (province de Cuenca) et à Royuela (province de Teruel) *Avicula socialis*, *Monotis Albertii*, *Rissoa dubia* ; à la partie supérieure, des argiles, des marnes irisées avec gypse et sel. Leur carte d'Espagne, publiée en 1860, indique la répartition des sédiments triasiques, disposés le plus souvent en îlots ou accompagnant en bandes minces le cours des principales rivières.

Dans son Esquisse géologique de la Serrania de Cuenca, M. Jacquot [40] étudia la bordure occidentale du Plateau de l'Idubeda, confirma les observations de E. de Verneuil relatives au Muschelkalk et au Keuper, mais rapporta au Permien les poudingues et les grès inférieurs. Cette assimilation ne fut pas adoptée par M. de Cortázar [26], qui, dans son travail sur la province de Cuenca, reprit les idées de E. de Verneuil et donna une description détaillée des bandes triasiques situées à l'ouest de la Chaîne Hespérique. Ces bandes se continuent plus au nord dans la province de Guadalajara, dont M. Carlos Castel ¹ a publié une excellente étude ; là, les grès de la base renferment à leur partie supérieure *Equi-*

1. CARLOS CASTEL. — Descripción de la provincia de Guadalajara. — *Bol. Com. Map. geol. Esp.* t. VIII. 1883.

setum arenaceum, *Eq. Brongniarti*, *Albertia elliptica* ; les calcaires de la partie moyenne, souvent très développés, ont fourni à de Verneuil et Aranzazu un exemplaire de *Nautilus bidorsatus* et plusieurs *Myophoria curvirostris*, et le système se termine par des marnes irisées renfermant des cristaux d'aragonite, près de Molina de Aragon.

L'extrémité méridionale de la chaîne (province de Teruel) a fait l'objet de trois monographies, dues à Vilanova et à MM. de Cortázar et Leandro Calvo. Ces divers auteurs, et surtout les deux derniers, ont précisé la position et l'extension des divers affleurements triasiques, qu'ils ont indiqués avec soin sur les cartes géologiques qui accompagnent leurs mémoires : M. de Cortázar étudia spécialement le Muschelkalk fossilifère de Royuela, caractérisé par la faune suivante : *Turbonilla dubia*, *Arcomya inæquivalvis*, *Avicula Bronni*, *Pecten Albertii*, *Clidophorus Goldfussi*.

Chaîne Ibérique. — En 1863, de Verneuil et Lartet [68], dans leur note sur les environs de Segura, décrivirent la bande triasique qui va du Moncayo à Montalban et signalèrent les couches fossilifères de La Hoz à *Myophoria lævigata* et *Mytilus eduliformis*.

L'étude de la partie méridionale de la chaîne fut reprise par M. de Cortázar [27], qui fit connaître l'extension de la bande triasique de Montalban et de Segura et recueillit, dans les calcaires de La Hoz, une faune assez riche : *Myophoria Goldfussi*, *Nucula gregaria*, *Gervillia costata*, *Posidonomya minuta*, *Lingula tenuissima*.

La région septentrionale (province de Saragosse) fut étudiée par MM. Martin Donayre et Pedro Palacios. Le premier, dans son esquisse géologique de la province de Saragosse [30], donna en 1878 une excellente description locale des bandes triasiques qui bordent la Chaîne Ibérique et qui présentent toutes la succession indiquée par de Verneuil ; le Muschelkalk de la bande orientale est fossilifère à El Frasno (*Myophoria vulgaris*) ; celui de la bande occidentale renferme, à Monterde, *Astarte triasina*, *Avicula socialis*, *Posidonomya minuta*, *Lingula tenuissima*. Ces résultats furent confirmés par Palacios [51], qui précisa la position et l'extension des divers affleurements.

Les divers géologues espagnols que je viens de citer ont tous rapporté au Trias supérieur une masse importante de calcaire dolomitique superposé aux marnes irisées et recouvert, dans la région, par les assises terminales du Lias moyen. J'indiquerai plus

loin les raisons qui me font rapporter ces calcaires à la base de la série liasique, et dans ma description du Trias, je parlerai seulement des trois termes classiques, si bien mis en évidence par E. de Verneuil dès 1852.

Distribution du Trias et descriptions locales

Le début de l'ère triasique est marqué par une très importante transgression de la mer, qui recouvrit probablement tous les terrains paléozoïques, et dont les sédiments reposent en discordance très nette sur le Dévonien et sur le Silurien. La base du Trias est constamment formée par une série très puissante de poudingues et de grès non fossilifères. Au-dessus, on observe fréquemment des calcaires, parfois dolomitiques, dont l'épaisseur est très variable dans une même bande; ces calcaires manquent dans beaucoup de localités, où nous verrons les marnes irisées gypsifères reposer directement sur les grès inférieurs; mais l'alternance des grès et des marnes montre qu'il n'y a pas eu d'émersions locales; les conditions de sédimentation n'étaient pas uniformes, et pendant qu'en certains points se déposaient les calcaires du Muschelkalk, dans d'autres les grès continuaient à se former ou bien le régime des dépôts lagunaires avait déjà commencé. A la fin du Trias, ce régime était général dans le Sud de l'Aragon; les marnes irisées gypsifères, tout à fait comparables à celles du Keuper de la Lorraine, terminent partout la série triasique telle que je l'ai définie et acquièrent souvent une grande puissance.

Les sédiments triasiques sont surtout localisés le long des deux bandes paléozoïques que j'ai décrites précédemment; les deux cartes qui accompagnent ce travail montrent qu'ils recouvrent presque constamment les assises siluriennes et dévoniennes. Les dépôts triasiques d'Alarba et de Fombuena, situés au centre même de la Chaîne Ibérique, indiquent nettement la grande extension de la mer du Trias; il existe en outre un certain nombre d'îlots triasiques: celui de Blesa et de Muniesa sur la bordure du bassin tertiaire de l'Ebre (Pl. I), ceux de Singra et de Caudet dans la vallée tertiaire de l'Idubeda (Pl. II). Enfin un assez grand nombre de rivières, qui descendent des Montes Universales et vont se jeter dans le Guadalaviar et le Cabriel, ont leur cours supérieur creusé dans les marnes irisées du Trias; mais, en l'absence d'une bonne carte topographique, j'ai dû ne pas figurer la plupart de ces derniers affleurements qui d'ailleurs sont assez peu étendus; j'ai indiqué

seulement ceux de Royuela, de Vilhel et du Rio Camarena qui sont de beaucoup les plus importants.

La lecture des cartes (Pl. I et II) montre nettement l'importance des sédiments triasiques, que j'étudierai successivement dans la Chaîne Ibérique et dans la Chaîne Hespérique.

I. — CHAÎNE IBÉRIQUE

Bande de Murero. — Le Silurien de la bande de Murero et d'Atea est limité à l'ouest par une zone étroite de sédiments triasiques que l'on peut suivre depuis la Laguna de Gallocanta (province de Teruel) jusqu'aux environs de Deza (province de Soria). Les grès de la base du système triasique sont assez bien développés dans toute la partie septentrionale de cette bande; ils atteignent 60 mètres de puissance près d'Alhama, le long du Rio Jalon, où, d'après



Fig. 18. — COUPE PRISE AU NORD DE CUBEL

- 1 — Quartzites et schistes du Silurien supérieur.
- 2 — Marnes vertes et rouges.
- 3 — Grès calcaireux.
- 4 — Marnes irisées avec gypse.
- 5 — Calcaire dolomitique du Jurassique inférieur.
- 6 — Grès blancs à grain grossier avec lits d'arkoses. Gault.
- 7 — Grès et sables à *Ostrea flabellata* Cénomanien.

Echelle approximative des longueurs $\frac{1}{10.000}$

M. Palacios [51], on les voit buter par faille contre le Silurien fortement plissé et redressé; en se dirigeant vers le sud, des assises plus récentes recouvrent de plus en plus ces grès inférieurs, qui disparaissent complètement à partir de Pardos et d'Abanto. La coupe ci-dessus (fig. 18), prise un peu au nord de Cubel, nous montre la constitution du Trias dans toute la région méridionale.

Sur les quartzites siluriens, dont l'inclinaison vers l'ouest dépasse

souvent 60°, reposent des marnes vertes et rouges, non fossilifères, formant une vallée de 50 mètres à peine et recouvrant les grès inférieurs non visibles. Au-dessus on observe 20 à 25 mètres de calcaire gréseux, parfois plissé, dont l'inclinaison générale est de 20° environ. Ces calcaires, avec intercalation de quelques bancs de grès, ne sont pas fossilifères à Cubel; mais plus au nord, à Monterde, ils ont fourni à M. Martin Donayre une faune assez riche, que j'ai citée plus haut et qui est bien celle du Muschelkalk de l'Europe occidentale. Ils sont surmontés par des bancs de gypse assez épais, séparés par des lits de marnes irisées et exploités aux environs de Cubel: ces assises supportent un calcaire dur, caverneux, souvent dolomitique, dont la puissance peut atteindre 100 mètres et dont l'inclinaison vers l'ouest varie de 25° à 40°; ce calcaire dolomitique est d'ailleurs surmonté en discordance très nette par les grès blancs, à gros grains de quartz, de la partie supérieure du Gault.

Dans presque toutes les coupes qui intéressent le Trias, nous trouverons les mêmes bancs de calcaire dolomitique, non fossilifère, que les géologues espagnols considèrent comme le « représentant du calcaire de Dachstein »; comme je l'ai déjà dit précédemment, je rapporterai ces calcaires, en totalité ou en grande partie du moins, à la série liasique et je placerai la limite supérieure du Trias à la base même de ces assises, ou quelque part dans leur partie inférieure, sans pouvoir préciser davantage à cause de l'absence totale de fossiles.

Les mêmes assises se continuent plus au sud, bordant constamment l'axe ancien; mais aux environs de Used et de Santed, elles sont recouvertes par de nombreux débris de quartzites siluriens. La Laguna de Gallocanta est établie sur les marnes du Trias supérieur, qui la bordent nettement au nord et à l'est; à l'ouest, on peut observer un beau développement de calcaire dolomitique supérieur et au sud les débris de quartzites redeviennent très abondants, couvrant complètement le Trias qui n'apparaît plus qu'en lambeaux isolés, à Tornos et dans de petits ravins près du village de Torralba.

A l'est de la bande que je viens de décrire, à l'intérieur même de l'axe paléozoïque, se trouvent un certain nombre de petits affleurements triasiques respectés par l'érosion et montrant que la mer du Trias a recouvert complètement la chaîne ancienne. Le plus important de ces lambeaux se trouve entre Alarba et Castejon de Alarba et sa constitution est la même que celle du Trias des environs de Cubel.

Bande de Badules. — Nous trouvons des exemples identiques de transgression de la mer triasique en étudiant la bande orientale de la Chaîne Ibérique, aux environs de Fombuena. Ce village est bâti sur un îlot triasique, dont les couches horizontales reposent sur les schistes cambriens redressés et plissés, comme le montre la coupe suivante :

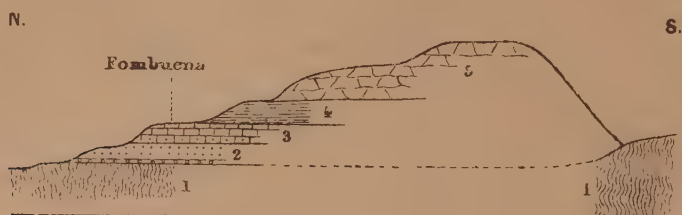


Fig. 19. — COUPE DES ENVIRONS DE FOMBUENA

- | | |
|---|-------|
| 1 — Schistes ardoisiers du Potsdamien. | |
| 2 — Conglomérat et grès rouge du Trias inférieur. | 15 m. |
| 3 — Calcaire de Fombuena. | 12 m. |
| 4 — Marnes irisées gypsifères. | 15 m. |
| 5 — Calcaire dolomitique du Jurassique inférieur. | 50 m. |

} Trias.

Echelle des longueurs $\frac{1}{30.000}$; des hauteurs $\frac{1}{6000}$

Le Trias débute par un conglomérat à ciment ferrugineux, dont l'épaisseur atteint à peine 40^{cm}, qui passe à un grès rouge, assez riche en mica et puissant de 15 mètres. Au-dessus se trouvent des calcaires magnésiens, avec petits lits marneux renfermant des empreintes indéterminables ; ces calcaires ont de 10 à 12 mètres de puissance et c'est sur eux qu'est bâti le village de Fombuena ; ils supportent 15 mètres de marnes irisées très riches en gypse, exploité en plusieurs endroits près du village même. Le sommet de la colline est formé par le calcaire dolomitique supérieur, très légèrement incliné vers l'est et dont l'épaisseur atteint 50 à 60 mètres.

Plus à l'est, la bande ancienne est bordée par une zone triasique très étroite, assez bien développée à Aladren, mais souvent recouverte par des débris de quartzites ou par les poudingues tertiaires.

Ce Trias offre toujours les caractères indiqués précédemment ; aux environs de Herrera, comme le montre la fig. 2 (page 27), on voit affleurer seulement les marnes gypsifères supérieures, recouvertes par le calcaire dolomitique infraliasique et par le Miocène.

Sierra de Cucalon. — Mais un peu plus au sud, à partir de Monforte, les dépôts triasiques acquièrent un beau développement et se suivent sans interruption, de chaque côté de l'axe ancien, jusqu'aux environs de Montalban et de Castel de Cabra ; leur extension a été représentée, aussi exactement que possible, sur la carte Pl. I.

Dans toute cette région, le Trias présente les caractères généraux que j'ai indiqués précédemment, mais la puissance totale et l'importance relative des grès, des calcaires et des marnes sont assez variables et peuvent même présenter des différences notables dans des localités très voisines.

Le chapitre précédent, consacré au Dévonien, renferme plusieurs coupes qui intéressent, en même temps que l'axe ancien, le Trias qui le recouvre partout en discordance.

La coupe prise à 1 kilomètre au nord de Rudilla (fig. 15, page 63) nous montre la disposition générale des assises triasiques dans toute la région. Sur les schistes et quartzites dévoniens fortement redressés, reposent de chaque côté un conglomérat et des grès à ciment souvent ferrugineux, dont la puissance visible varie de 20 à 40 mètres. Sur ces grès se sont déposés des calcaires compacts, bien lités, sur lesquels sont bâtis les villages de Rudilla, au S. O. de la coupe, et de Monforte au N. E. ; à Rudilla ils acquièrent une puissance de 40 à 50 mètres et renferment des traces d'organismes spécifiquement indéterminables, qui peuvent se rapporter aux genres *Avicula* et *Anoplophora* ; les calcaires paraissent plus réduits à Monforte (30 à 35 mètres) et y renferment d'assez nombreux exemplaires, mieux conservés, des mêmes genres. Sur ces calcaires reposent, de part et d'autre, des marnes irisées gypsifères, recouvertes au N. E. par les bancs épais de calcaire dolomitique de l'Infralias et au S. O. par les sables ferrugineux et micacés du Crétacé inférieur.

Vers le nord, la bande triasique de Rudilla se prolonge jusqu'au-delà de Cucalon ; mais il semble que la transgression des sables du Gault, qui apparaît nettement à l'ouest de la coupe que je viens de décrire, devienne de moins en moins accusée, et à El Colladico les marnes irisées, très développées (50 mètres), sont recouvertes par les calcaires dolomitiques de l'Infralias ; ces calcaires, surmontés par le Gault, sont bien visibles entre Badenas et Lagueruela et forment la base du Morron de Badenas.

Vers le sud, la même bande peut se suivre depuis Rudilla jusqu'à Montalban. Elle est très réduite à 3 kilomètres au sud de Segura, comme le montre la partie S. O. de la coupe 16, page 66 ; mais en se

rapprochant d'Armillas, la puissance des assises triasiques augmente rapidement et atteint jusqu'à 200 mètres. Ce dernier village est construit sur les grès rouges et blancs, souvent micacés, dont l'épaisseur dépasse 50 mètres; les calcaires du Muschelkalk forment une colline assez accusée à l'ouest du village et sont surmontés par des marnes irisées, riches en gypse souvent exploité et puissantes de plus de 80 mètres.

Nous retrouvons la même succession un peu au nord de Montalban, comme le montre la coupe suivante (fig. 20), prise à 2 kilomètres de la ville et perpendiculaire à la rambla qui conduit à Armillas et à La Hoz.

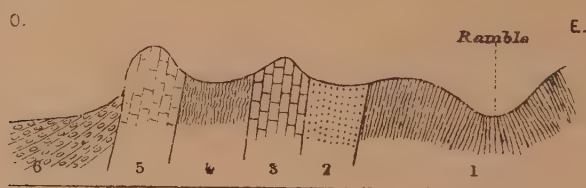


Fig. 20. — COUPE PRISE A 2 KIL. AU NORD DE MONTALBAN

- | | |
|---|----------|
| 1 — Schistes dévoniens de Montalban. | |
| — Grès rouge | 15 m. |
| — Calcaire compact non fossilifère | 15 m. |
| — Marnes irisées gypsifères | 25 m. |
| | } Trias. |
| 5 — Calcaire dolomitique du Jurassique inférieur. | |
| 6 — Poudingue tertiaire. | |

Echelle des longueurs $\frac{1}{2.000}$

Au-dessus du Trias, avec ses trois termes habituels, on observe les calcaires dolomitiques de l'Infralias, surmontés directement par les poudingues tertiaires.

A partir de là, la bande triasique prend la direction O.-E. pour contourner au sud l'axe ancien; en même temps, elle se réduit considérablement et n'est plus guère représentée que par les marnes irisées gypsifères, dont le gypse est exploité activement près de l'église de Montalban.

La coupe de Montalban à Peñaroyas (fig. 17, p. 65) montre les marnes irisées du Val Alobras très réduites, fortement plissées et formant une petite vallée dominée par le calcaire infraliasique de Santa Barbara; plus à l'est, cette vallée se resserre de plus en plus et disparaît même complètement; l'existence du Trias est indiquée

de temps à autre par des affleurements de gypse peu visibles, qui contournent le Dévonien et viennent se relier au Trias supérieur de la bande de La Hoz et de Maicas, dont je vais dire maintenant quelques mots.

Les coupes de Montalban à Peñaroyas (fig. 17, p. 65) et de Rudilla à Monforte (fig. 15, p. 63), prises aux deux extrémités de l'axe dévonien, nous montrent que la bande triasique orientale est encore formée des trois termes habituels : conglomérat et grès souvent ferrugineux, calcaire quelquefois dolomitique et rarement fossilifère, marnes irisées avec gypse. C'est sur cette bande triasique qu'est bâti le village de La Hoz de la Vieja, devenu classique pour l'étude du Trias espagnol depuis les beaux travaux de E. de Verneuil, confirmés par les études plus récentes de Vilanova et de M. de Cortázar. La coupe suivante montre la disposition et la puissance relative des différents termes du Trias au village de La Hoz.

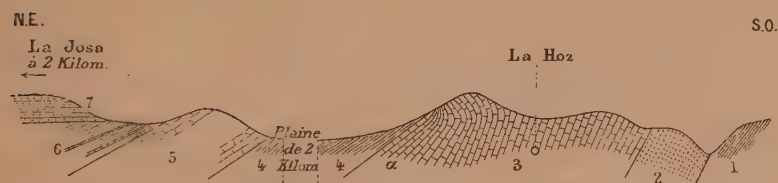


Fig. 21. — COUPE DE LA JOSA A LA HOZ DE LA VIEJA

- 1 — Schistes et quartzites dévoniens.
- 2 — Grès rouge du Trias inférieur.
- 3 — Calcaire du Muschelkalk (α , couches fossilifères).
- 4 — Marnes irisées gypsifères.
- 5 — Calcaire dolomitique du Jurassique inférieur.
- 6 — Calcaire marneux et marnes fortement plissées du Lias moyen et supérieur.
- 7 — Grès du Crétacé inférieur.

Echelle des longueurs $\frac{1}{2.000}$

Sur les schistes dévoniens reposent 25 mètres de grès ferrugineux, un peu micacés, bien visibles à l'ouest du village et fortement inclinés vers le N. E. ; ils supportent une masse calcaire, dont la puissance est de 100 mètres environ et qui présente plusieurs subdivisions pétrographiques : à la base, les calcaires sont compacts et non fossilifères ; ils passent insensiblement à des calcaires un peu marneux dont la partie supérieure forme un petit plateau sur lequel ont

été établies les aires du village de La Hoz. Au-dessus, on observe un calcaire plus dur, dont les assises, très régulières, sont fortement plissées et forment à l'est du village une véritable crête ; enfin la série se termine par des calcaires en bancs minces dont l'inclinaison vers le N. E. varie de 80° à 45° ; ces dernières assises renferment d'assez nombreuses traces d'organismes, le plus souvent indéterminables spécifiquement, appartenant aux genres *Lucina*, *Avicula*, *Anoplophora*, *Turbonilla*. De Verneuil y a recueilli quelques exemplaires de *Myophoria lævigata*, *Mytilus eduliformis*, *Lima* sp., et M. de Cortázar y signale la présence de *Myophoria Goldfussi* et de plusieurs autres espèces que j'ai citées plus haut. Ces calcaires renferment donc la faune du Muschelkalk de l'Europe occidentale ; ils sont surmontés par des marnes irisées occupant à l'est du village le fond d'une vallée large de 2 kilomètres et supportant directement les calcaires compacts que nous rencontrons toujours à ce niveau.

La bande de La Hoz se poursuit toujours identique jusqu'au nord de Monforte. Un peu plus à l'est, aux environs de Blesa et de Muniesa, se trouve un petit anticlinal triasique, dont la direction générale est N.O.-S.E. La coupe suivante, relevée à 2 kilomètres de Blesa, est perpendiculaire à l'axe de cet affleurement.

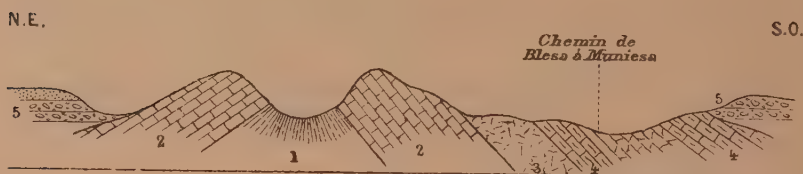


Fig. 22. — COUPE PERPENDICULAIRE AU CHEMIN DE BLESA A MUNIESA

- 1 — Marnes irisées gypsifères.
- 2 — Calcaire dolomitique, 20 m.
- 3 — Gypse compact, 12 m.
- 4 — Calcaire dolomitique en partie caché dans la vallée.
- 5 — Poudingue tertiaire à éléments à peine roulés.

Echelle approximative des longueurs $\frac{1}{2000}$

Au centre de l'anticlinal on observe des marnes irisées gypsifères, affleurant dans une petite vallée qui disparaît tout près du chemin de Muniesa ; elles sont recouvertes par un calcaire quelquefois dolomitique, de 18 à 20 mètres de puissance, qui, vers le sud-ouest,

supporte 12 mètres de gypse saccharoïde, beaucoup plus compact que celui qui accompagne ordinairement les marnes irisées. Ce gypse, exploité activement près de Blesa, est surmonté par de nouveaux bancs de calcaire dolomitique, bien visibles dans la coupe même et surtout au sud du chemin qui conduit de Loscos à Blesa ; ces derniers calcaires, non fossilifères, mais recouverts directement en certains points par les marnes du Charmouthien et du Toarcien, sont vraisemblablement jurassiques ; mais je rapporterai au Trias les calcaires inférieurs, qui leur sont presque identiques au point de vue pétrographique et qui sont compris entre deux assises gypsifères. Les conditions de sédimentation devaient être assez instables pendant la période triasique ; le régime lagunaire a pu s'établir plusieurs fois à la fin de cette période et donner près de Blesa des marnes irisées gypsifères et du gypse avec intercalation de dépôts marins assez puissants. Le même fait s'est produit à Cubel, comme on peut le voir sur la coupe 18, page 74 ; il est très net à Royuela, comme je l'indiquerai plus loin ; d'ailleurs des exemples analogues de répétition de faciès lagunaire à toutes les époques du Trias ont été très fréquemment signalés dans l'Europe occidentale.

J'ai déjà dit précédemment que la Chaîne Ibérique ne se terminait pas à Montalban, mais qu'elle s'incurvait vers Alcañiz pour limiter au sud le bassin tertiaire de l'Ebre ; dans toute cette partie orientale, les terrains anciens n'affleurent plus et l'axe de la chaîne est formé par les assises secondaires, souvent cachées d'ailleurs par les poudingues tertiaires. Toutefois, près de Calanda, nous retrouvons très nettement l'axe du prolongement de la chaîne ibérique. A 2 kil. au S. S. O. de Calanda, près du Rio Guadalopillo, j'ai observé un anticlinal très net, sensiblement parallèle à celui de Blesa et dont la direction est E. S. E. - O. N. O. L'axe de cet anticlinal est formé par des marnes irisées gypsifères assez fortement plissées ; elles supportent de part et d'autre les calcaires dolomitiques caverneux du Jurassique inférieur, présentant en cet endroit une puissance de 50 à 60 mètres. Le flanc sud de l'anticlinal est formé par la série complète des différents termes du Jurassique, que j'étudierai plus loin : le flanc nord, au contraire, a dû s'effondrer au moment de la formation du bassin tertiaire de l'Ebre ; les poudingues de ce bassin recouvrent tout le Jurassique, qui n'est plus représenté que par les calcaires dolomitiques de l'Infralias et quelquefois, mais rarement, par les calcaires marneux du Charmouthien et du Toarcien.

II. — CHAÎNE HESPÉRIQUE

Sierra Menera. — Les quartzites primaires de la Sierra Menera et du San Gines sont bordés de toutes parts par une ceinture triasique dont j'ai figuré l'extension sur la carte Pl. II; cette bordure s'étend au N. O. dans la province de Guadalajara, où elle atteint un très beau développement. Dans toute la région que j'ai parcourue, le Trias ne m'a fourni aucun fossile : mais la position stratigraphique de ses différentes assises et leurs relations avec les horizons fossilifères des environs de Molina (Guadalajara) ne laissent aucun doute sur leur âge relatif; l'absence de fossiles doit être attribuée à la disparition presque complète des calcaires du Muschelkalk.

Les grès inférieurs sont bien développés à Rodenas ¹ et forment une large bande à l'est de la Sierra, de Peracense jusqu'au-delà de Pozuel; toutefois, entre Peracense et Almohaja, les dépôts triasiques, resserrés entre les quartzites siluriens du San Gines et les calcaires dolomitiques de l'Infralias, affleurent de moins en moins et disparaissent même pendant plusieurs centaines de mètres; mais le contact anormal cesse bientôt, et la coupe du San Gines (fig. 12, page 51) nous montre que le village même d'Almohaja est bâti en partie sur le Trias souvent caché par les calcaires du Jurassique inférieur.

Dans la province de Guadalajara, les grès de la base du Trias débutent par un poudingue à ciment ferrugineux et renferment, à leur partie supérieure, des traces d'*Equisetum* et des *Albertia elliptica* ².

Sur ces grès reposent en concordance des calcaires souvent magnésiens, bien développés dans les districts de Medinaceli et de Molina, mais qui disparaissent vers le sud-est; ces calcaires sont peu fossilifères, toutefois de Verneuil y a signalé la présence du *Nautilus bidorsatus* à Hombrados et de *Myophoria curvirostris* à Anguita.

1. Le village de Rodenas tire son nom du grand développement des grès rouges. Le nom de *Rodeno* est donné par les Espagnols à une espèce de pin qui ne croît que sur les terrains siliceux; à cause de cette association constante, les habitants de la Sierra désignent sous le même nom de Rodeno le pin et les grès rouges sur lesquels il vit.

2. CARLOS CASTEL. — Loc. cit.

Enfin le Trias se termine par des marnes irisées gypsifères, qui reposent sur les grès dans toutes les localités où manque le calcaire du Muschelkalk, dont l'absence n'indique d'ailleurs aucune émer-sion locale. Ces marnes sont particulièrement bien développées dans la vallée qui borde à l'est la Sierra Menera ; au sud-sud-est d'Almohaja elles sont très riches en gypse, et au nord de Villar del Salz elles sont salifères ; les eaux qui les traversent sont recueillies à Las Salinas de Ojos Negros et donnent lieu à une exploitation aujourd'hui peu importante, mais autrefois assez active.

Sierra de Albarracin. — Les dépôts siluriens de la Sierra del Tremedal et de la Sierra Alta sont entourés par une zone triasique assez étroite (Pl. II). Dans toute cette région, la constitution du Trias est uniforme et identique à celle que nous avons rencontrée jusqu'ici, mais les calcaires du Muschelkalk font presque toujours défaut. Les coupes de Monterde à Tramacastilla (fig. 10, page 48) et de Griegos à Orihuela (fig. 11, page 49), qui intéressent tout le massif ancien, nous montrent l'allure et la disposition des assises triasiques, qui sont toujours surmontées par les calcaires dolomiti-ques de la base du Jurassique inférieur. Le Trias est particulière-ment développé aux environs de Torrès et de Tramacastilla et on peut facilement l'étudier en suivant la route d'Albarracin à Orihuela. Près de Noguera, les poudingues et les grès de la base atteignent 25 mètres de puissance et les marnes irisées affleurent au fond d'une vallée de plus de 100 mètres de largeur que l'on suit jusqu'à Orea et Checa (Guadalajara).

J'ai indiqué précédemment, en étudiant la bordure triasique de la Sierra Menera, que les calcaires du Muschelkalk y faisaient défaut dans toute la partie sud-est ; il en est de même dans la Sierra del Tremedal : je n'ai rencontré aucune trace de dépôts calcaires à l'est du méridien d'Orihuela ; plus à l'ouest, ils paraissent assez bien développés et atteignent déjà 12 à 15 mètres de puissance le long du sentier qui conduit de Griegos à Orihuela. Il semble qu'à l'époque du Trias moyen, il ait existé un léger bombement sur l'emplacement actuel de la Sierra Menera et de la Sierra del Tremedal ; à l'ouest de ce bombement, aux environs de Molina de Aragon, les calcaires du Muschelkalk sont bien développés ; ils le sont aussi vers l'est, aux environs d'Albarracin, comme je l'indiquerai plus loin ; pendant le dépôt de ces calcaires, le régime lagunaire s'était déjà établi sur le bombement, et il nous est indiqué aujourd'hui par

un grand développement de marnes riches en gypse et quelquefois en sel.

Le vaste plateau jurassique dont Albarracin est le centre est traversé par un grand nombre de rivières dont les lits sont souvent creusés dans les marnes triasiques ; mais ces vallées étant fortement encaissées, les affleurements triasiques sont fort étroits et il serait difficile de les figurer sur une carte au $\frac{1}{400,000}$. Toutefois, aux environs de Calomarde et de Royuela, le Trias occupe une superficie relativement considérable ; mais les poudingues et les grès qui en forment la base n'affleurent jamais, les calcaires et les marnes irisées sont seuls visibles.

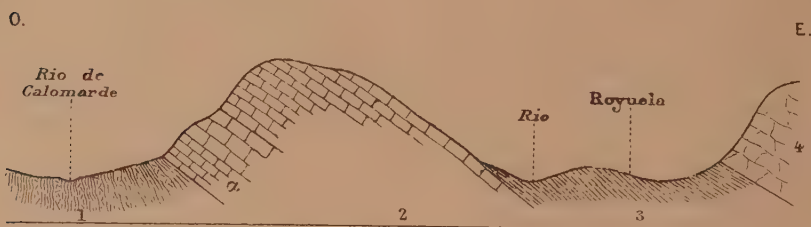


Fig. 23. — COUPE DU TRIAS DE ROYUELA

- 1 et 3 — Marnes irisées très riches en gypse.
 2 — Calcaire du Muschelkalk (α , banes fossilifères). 60 mètres.
 4 — Calcaire dolomitique du Jurassique inférieur.

Echelle approximative des longueurs $\frac{1}{2500}$

La coupe ci-dessus, prise près de Royuela, nous montre que le régime lagunaire s'est établi à deux reprises différentes dans toute la région. Dans la vallée du rio Calomarde affleurent des bancs de gypse assez épais, séparés par de petits lits de marnes et surmontés par des calcaires dont la puissance dépasse 60 mètres ; à leur base, ces calcaires sont compacts (10 mètres) et renferment quelques bancs fossilifères dans lesquels j'ai recueilli :

Myophoria vestita Alberti

Myophoria sp.

Monotis Albertii Goldfuss

Anoplophora sp.

Fucoïdes nombreux.

C'est dans ces mêmes assises que de Verneuil a trouvé, en 1852,

Avicula socialis, *Monotis Albertii*, *Rissoa dubia*; les mêmes calcaires ont fourni à M. de Cortázar, en 1885, *Turbonilla dubia*, *Arcomya inaequalvis*, *Avicula Bronni*, *Pecten Albertii*, *Clidophorus Goldfussi*.

L'âge de ces calcaires est donc nettement fixé. Au-dessus, j'ai observé des calcaires blancs moins compacts (15 mètres), surmontés par d'autres assises également non fossilifères, très dures, un peu ferrugineuses, qui forment une colline assez élevée à l'ouest du village. La série triasique se termine par la réapparition des marnes irisées, qui sont bien visibles dans la vallée du Rio de Royuela et y sont surmontées par les calcaires dolomitiques du Jurassique inférieur.

Le Trias est beaucoup plus développé un peu à l'est et forme une ceinture continue autour des schistes et des quartzites siluriens qui constituent l'extrémité de la Chaîne Hespérique. La coupe suivante, prise au village même de Bezas, est une des plus complètes que j'aie pu relever dans la région.

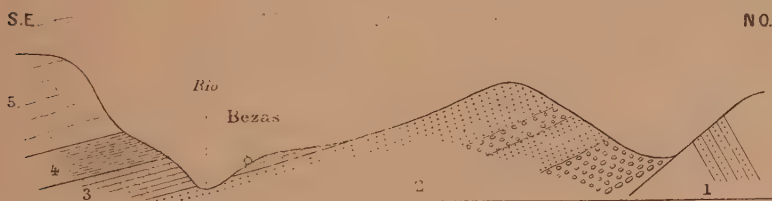


Fig. 24. — COUPE DU TRIAS DE BEZAS

- 1. — Quartzites siluriens.
- 2. — Conglomerat et grès rouge triasique. . . 80 m.
- 3. — Calcaire du Muschelkalk à *Monotis*. . . 15 m.
- 4. — Marnes irisées avec gypse. 15 m.
- 5. — Calcaire dolomitique du Jurassique inférieur

Echelle approximative des longueurs $\frac{1}{20.000}$; des hauteurs $\frac{1}{3.000}$

Sur les quartzites siluriens fortement redressés reposent en discordance des conglomerats et des grès rouges, dont la puissance totale atteint 80 mètres au nord-ouest de Bezas et dépasse 100 mètres à la Losilla (chemin de Bezas à Albarracin) et à la Masada de Ligros (chemin de Rubiales à Jabaloyas). Les conglomerats sont surtout abondants à la base du système; mais à l'ouest de Bezas on en observe de nombreux bancs intercalés au milieu et même à la partie supérieure des grès rouges et indiquant l'existence de cou-

rants ou de mouvements locaux assez intenses. Au-dessus reposent des calcaires, puissants de 15 mètres environ ; à la base, ces calcaires sont souvent gréseux et alternent quelquefois avec des bancs de marne ; à la partie supérieure, ils sont compacts, se présentent en bancs réguliers de 2 à 5 cm. d'épaisseur et renferment de nombreux *Fucoides* et des *Monotis* spécifiquement indéterminables. La présence de ces calcaires est assez constante dans le nord de la bande triasique et il est en particulier facile de les étudier à la Losilla ; mais ici encore le régime lagunaire s'est souvent établi aussitôt après le dépôt des grès ; à 1 kilomètre à l'ouest de Bezas, tout près de la coupe précédente, sur le chemin de Saldon, on voit quelques bancs de marnes irisées venir s'intercaler entre les grès et les calcaires déjà réduits en épaisseur, et plus au sud les calcaires disparaissent complètement.

Le Trias se termine par des marnes irisées avec gypse, particulièrement bien développées à Gea, et bien visibles le long de la route de Teruel à Albarracin, à 2 kilomètres de cette dernière ville. Les marnes irisées sont toujours surmontées par les mêmes calcaires dolomitiques.

Les diverses rivières qui descendent du Silurien de la Peña Redonda pour se jeter dans le Guadalaviar entre Vilel et Ademuz ont une grande partie de leur lit creusé dans les marnes irisées du Trias ; celles-ci sont particulièrement développées le long du Rio Ebrón et peuvent se suivre depuis les environs de Tormón jusqu'à El Cuervo et Castelfabib, recouvertes le plus souvent par les calcaires de l'Infralias et en certains points, tout à fait au sud, par les poudingues tertiaires de la vallée du Guadalaviar.

Les marnes irisées se retrouvent également, mais peu développées, sur la rive droite du Guadalaviar, entre Vilel et Libros. La coupe suivante, prise à la Masada de Las Vignuelas, nous montre la disposition générale des assises entre ces deux villages. Le fleuve est constamment bordé à l'est par des sédiments tertiaires que je décrirai plus loin. A l'ouest, on observe des marnes irisées bien développées le long de la nouvelle route de Teruel à Cuenca ; elles sont recouvertes le plus souvent par les calcaires dolomitiques, mais on trouve, de place en place, quelques petits îlots de poudingue tertiaire reposant horizontalement sur ces marnes irisées. Une grande faille, suivie à très peu de distance par le cours actuel du fleuve et particulièrement nette à l'est de Libros, sépare les sédiments triasiques et jurassiques des poudingues tertiaires. La coupe de Las Vignuelas intéresse un dyke de porphyrite feldspathique, qui

mesure 150 mètres de longueur et traverse les marnes irisées à 4 kilomètres au sud de Villel.

Sierra Javalambre. — Sur la rive gauche du Guadalaviar, les hautes vallées du Rio Abentosa, du Rio de Arcos, du Rio Camarena, et celles de tous leurs affluents sont également creusées dans le Trias supérieur; ces diverses vallées, très étroites, sont fortement encaissées et découpent un plateau, le plus souvent formé par les calcaires dolomitiques du Jurassique inférieur. Les marnes irisées sont bien développées sur le chemin de Sarrion à Manzanera, à la sortie de chacun de ces deux villages, ou encore le long du sentier qui conduit de Manzanera à Torrijas et à Arcos de Salinas. Le village de Torrijas est bâti sur les calcaires du Muschelkalk, apparaissant par suite d'une faille de peu d'amplitude. Dans toute cette région les marnes irisées, très gypsifères, et quelquefois riches en sel comme à Arcos de Salinas, sont traversées par de nombreux dykes de porphyrites feldspathiques et de diabases ophitiques, que M. de Cortázar a figurés très exactement sur sa carte de la province de Teruel.

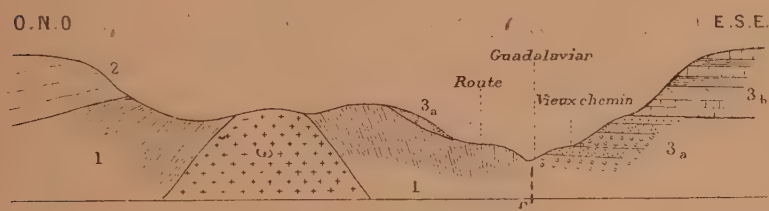


Fig. 25. — COUPE DE LAS VIGNUELAS (4 KIL. AU SUD DE VILLEL)

- 1 — Marnes irisées triasiques.
- 2 — Calcaire dolomitique du Jurassique inférieur.
- 3a — Conglomérat et sables tertiaires.
- 3b — Calcaires, marnes et gypse miocènes.
- ω — Porphyrite feldspathique.
- f — Faille.

Échelle approximative des longueurs $\frac{1}{12.500}$

Les dykes de diabases ophitiques et de porphyrites sont particulièrement abondants dans la vallée du Rio de Camarena, aux environs de ce village et de Valacloche; la coupe suivante (fig. 26), prise perpendiculairement à la vallée de Camarena, nous montre deux dykes de diabase ophitique traversant les marnes irisées, qui occu-

pent constamment le fond de la vallée, sauf aux environs de El Mas de Navarrete où apparaissent les calcaires du Muschelkalk.

La haute Sierra de Javalambre, dont les sommets les plus élevés sont formés par les calcaires du Jurassique moyen et supérieur, domine toutes ces vallées triasiques, dont l'altitude dépasse souvent 1100 mètres.

Sierra de San Jaime. — Un peu plus au nord, au milieu des sédiments jurassiques de la Sierra de San Jaime, j'ai observé un anticlinal triasique dont la direction N.N.O.-S.S.E. est celle de la Sierra Menera et de toute l'extrémité de la Chaîne Hespérique. Sur le chemin de Corbalan à Cedrillas, à 5 kil. de ce village, un peu avant d'arriver à la Casa Albergue, on trouve des grès blancs et rouges, souvent micacés, relevés presque à la verticale et surmontés par des marnes schisteuses; cet ensemble est recouvert régulièrement, à l'est et à l'ouest, par une série complète d'assises de l'Infralias et du Lias fossilifère.

S.O.

N.E.

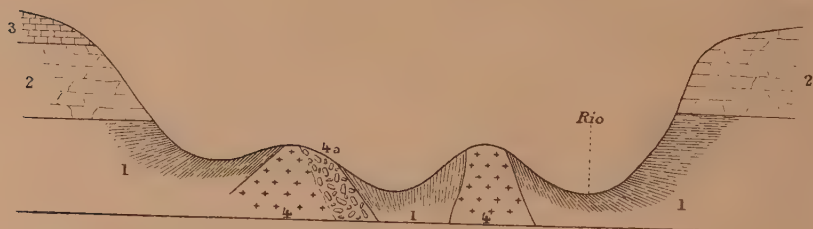


Fig. 26. — COUPE DE LA VALLÉE DE CAMARENA

- 1 — Marnes irisées du Trias supérieur.
- 2 — Calcaire dolomitique du Jurassique inférieur.
- 3 — Calcaire ferrugineux du Charmouthien.
- 4 — Porphyrite et diabase ophitique.
- 4a — Brèche de friction.

Vallée du Jiloca. — Les derniers îlots triasiques que j'ai rencontrés jalonnent la haute vallée tertiaire du Jiloca. Cette vallée, depuis Monreal del Campo jusqu'à Caudet, est établie sur l'emplacement d'un ancien dôme triasique, aligné nord-sud et dont le point culminant se trouvait à la latitude de Singra. Les poudingues tertiaires recouvrent aujourd'hui ce dôme en grande partie; mais j'ai pu observer très nettement les dépôts triasiques à Caudet et surtout

à Singra et M. de Cortázar les a signalés un peu plus au nord, à Villafranca del Campo. A Singra, une coupe orientée est-ouest, perpendiculairement au grand axe du dôme et à la vallée actuelle, nous montre la disposition suivante : Le centre de l'anticlinal est occupé par des grès micacés, qui forment une petite colline à l'est du village ; sur le flanc ouest nous trouvons successivement : 1^o un calcaire dur, rougeâtre, dont la puissance est de 25 mètres et l'inclinaison de 60° environ ; 2^o des marnes rouges et blanches supportant une petite lagune près de Singra et bien visibles sur la route de Teruel, à 2 kilomètres au sud du village, près d'une maison de Peones camineros ; 3^o les calcaires de l'Infralias, sur lequel est bâti Singra et qui acquièrent un beau développement à l'ouest de la route. Le flanc est de l'anticlinal est moins facile à observer, à cause des dépôts tertiaires qui s'étendent sur une largeur de 2 kilomètres ; ils recouvrent en partie les grès, les calcaires et les marnes du Trias, dont l'existence est démontrée par quelques lambeaux isolés, situés plus au nord et supportant les calcaires jurassiques de la Sierra Palomera.

A Villafranca del Campo, M. de Cortázar a signalé des marnes irisées bien développées, riches en gypse et même en sel ; ces marnes se trouvent à l'extrémité nord de ce dôme triasique, dont j'ai pu étudier la terminaison méridionale à 200 mètres à l'ouest de Caudet. Tout près de la route se trouvent des grès rougeâtres, quelquefois micacés, identiques à ceux de Singra et inclinés de 25° vers le sud ; ces grès, exploités pour les trottoirs de la ville de Teruel, sont bien visibles dans deux petites carrières situées près du village.

Comparaison du Trias du Sud de l'Aragon avec celui des régions voisines

Les descriptions qui précèdent montrent que le Trias du Plateau de Teruel présente les plus grandes analogies avec celui de l'Europe occidentale. J'y ai signalé les trois grandes divisions classiques : des assises gréseuses à la base, des couches calcaires franchement marines à la partie moyenne, et des marnes irisées à la partie supérieure. Les grès et les marnes existent dans presque tous les points où affleure le Trias, mais la présence des calcaires est moins constante et, dans beaucoup de localités, au régime gréseux a suc-

cédé immédiatement le régime lagunaire ; ce dernier, d'ailleurs, a pu s'établir plusieurs fois pendant toute la durée de l'époque triasique.

Les diverses monographies publiées par les ingénieurs espagnols, ainsi que les travaux des géologues français montrent que le Trias se retrouve avec des caractères identiques dans toute la Meseta. Le Trias à faciès alpin ne s'observe que sur la côte orientale de la péninsule, dans la province de Tarragone, où il a été signalé pour la première fois par de Verneuil à Mora de Ebro et étudié depuis, avec beaucoup de soin, par M. Mallada ¹ ; tout récemment M. Bofill y Poch ² a signalé les mêmes assises un peu plus au nord, dans le Valles haut et moyen (province de Barcelone). Ce même faciès semble se retrouver dans la Chaîne Bétique, et notamment au sud de la Sierra Nevada ³.

Le raccordement des deux faciès du Trias n'a pas encore été décrit en Andalousie ; dans la région que j'ai étudiée, les affleurements des dépôts à faciès continental sont nettement séparés de ceux du Trias à faciès alpin par des calcaires jurassiques et le plus souvent par des poudingues tertiaires : de Calanda (province de Teruel) à Benifallet (province de Tarragone) la distance est à peine de 70 kilomètres, mais dans tout cet intervalle le Trias est aujourd'hui constamment recouvert par le Miocène lacustre du Bassin de l'Ebre et je ne connais aucune localité où se trouvent réunis les deux faciès.

Il est toutefois certain qu'à l'époque triasique aucun continent ne séparait les mers du Trias à faciès occidental et du Trias à faciès alpin, c'est-à-dire l'Aragon de la Catalogne. C'était la même mer triasique qui couvrait ces deux régions limitrophes ; mais les conditions de sédimentation n'étaient pas les mêmes sur l'emplacement actuel des Baléares et de la Catalogne, et dans les royaumes de Valence et d'Aragon.

1. MALLADA. — Reconocimiento geographico y geológico de la provincia de Tarragona. — *Bol. Com. Map. geol. Esp.*, t. XVI, p. 58, 1889.

2. BOFILL Y POCH. — Sobre el mapa topographico-geológico del medio y alto Valles. Descubrimientos paleontologicos del Trias del dicha region, 6 p., 1 pl. — *Bol. Acad. Ciencias y Artes de Barcelona*, t. I.

3. BERTRAND et KILIAN. — Mission d'Andalousie. Etudes sur les terrains secondaires et tertiaires dans les provinces de Grenade et de Malaga, p. 406.

Roches éruptives

Un assez grand nombre de roches éruptives traversent les marnes irisées du Trias supérieur ; elles sont surtout abondantes dans les vallées de Sarrion, du Rio Abentosa, du Rio Camarena et aux environs de Villel dans la vallée du Guadalaviar ; la coupe précédente (fig. 26, p. 88) montre la disposition générale de ces roches et des vallées qu'elles jalonnent.

Entre Valacloche et Camarena, j'ai pu observer huit à neuf dykes traversant le Trias supérieur le long du chemin qui réunit les deux villages ; ces roches montrent tous les intermédiaires entre des *diabases ophitiques*, des *porphyrites augitiques* assez largement cristallisées avec microlithes de feldspath abondants et matière vitreuse relativement rare, et des *porphyrites très vitreuses* avec microlithes peu nombreux et de très petite taille.

Les mêmes roches se retrouvent un peu plus au sud, près du village de Camarena ; à des *porphyrites* identiques aux précédentes sont associés des *diabases ouralitisés* ; l'un des dykes est bordé d'une zone très nette de brèche de friction (fig. 26, page 88), et les marnes irisées, au contact, sont assez riches en chlorite et en phyllites.

Les mêmes porphyrites affleurent aux environs de Sarrion, à trois kilomètres au sud-est de ce village, et un peu à l'est de Manzanera, dans la vallée du Rio Abentosa.

La coupe (fig. 25, page 87), perpendiculaire à la vallée du Guadalaviar et passant par la Masada de Las Vignuelas, à quatre kilomètres au sud de Villel, intéresse un dyke éruptif, d'orientation N. O. - S. E., ayant deux cents mètres de longueur sur vingt-cinq à trente mètres de largeur ; outre des *porphyrites feldspathiques* à microlithes plus ou moins développés, j'ai recueilli, dans cette localité, des échantillons d'un *diabase* très feldspathique, à structure ophitique, renfermant quelques cristaux de mica noir : tantôt ce mica noir est isolé, tantôt il forme une couronne autour d'un centre formé d'augite avec grains d'ilménite et, dans ce dernier cas, il paraît être le résultat d'une transformation de l'augite primordiale.

JURASSIQUE INFÉRIEUR

Historique

Les premiers travaux sur le Jurassique du Sud de l'Aragon sont dus à Casiano de Prado, de Verneuil et Collomb [61] ; d'après ces savants géologues, le Jurassique inférieur est bien représenté dans toute la région d'Albarracin : si le Sinémurien manque toujours, le Lias moyen et le Lias supérieur sont partout développés et très fossilifères.

En 1863, de Verneuil et Lartet [68] décrivirent le Jurassique des environs de Montalban et firent connaître que la Chaîne Ibérique est bordée, du moins à l'est, par les assises du Lias moyen et du Lias supérieur, remarquablement riches en fossiles à Obon et à Josa.

La même année, D. Juan Vilanova [72] publia son *Essai de description géognostique de la province de Teruel* ; il indiqua l'extension du Jurassique dans la région et montra, par une longue liste de fossiles, que tous les étages du Jurassique inférieur y étaient représentés. L'existence du Sinémurien, en particulier, était basée sur la présence d'*Arietites Conybeari* et de *Caloceras raricostatum*, qui n'ont jamais été retrouvés depuis, ni à Josa ni à Albarracin. Il faut probablement n'accepter qu'avec beaucoup de réserves les déterminations de l'auteur espagnol, qui assure d'ailleurs avoir trouvé à Sarrion, dans les mêmes assises, les fossiles du Lias, du Jurassique moyen et de l'Oxfordien.

Les conclusions de Vilanova ne furent pas admises par M. de Cortázar [27] ; dans son *Esquisse géologique de la province de Teruel*, le savant ingénieur espagnol confirme pleinement les idées émises par de Verneuil et ses collaborateurs. Après avoir indiqué avec soin l'extension du Jurassique et en avoir donné une longue description stratigraphique, il montre que le Lias moyen et le Lias

supérieur sont très développés et très fossilifères, que le Sinémurien manque toujours, le Charmouthien reposant directement sur les calcaires dolomitiques du Trias supérieur.

En 1893, M. Pedro Palacios [51] signale la même succession dans la région méridionale de la province de Saragosse. Comme M. de Cortázar, il ne fait aucune division dans le groupe liasique qui serait incomplet dans cette région, où l'Infralias et le Sinémurien ne seraient jamais représentés.

La meilleure description locale qui ait été publiée sur le Jurassique est due à Leandro Calvo [18]; dans son travail, l'auteur donne une coupe très détaillée et très exacte au point de vue stratigraphique des environs d'Albarracin; il montre en particulier qu'au-dessous des marnes très fossilifères, rapportées par ses prédécesseurs au Lias moyen, il existe d'une façon générale, de la base au sommet : 1° des calcaires durs, souvent dolomitiques, renfermant à la base des *Ostrea*, *Lima*, *Rhynchonella*; 2° des marnes et des calcaires à *Arca liasina* et *Pholadomya Idea*; 3° des calcaires à *Belemnites*, *Pecten priscus*, *Ostrea irregularis*. Tout cet ensemble repose, soit en concordance, soit en discordance de stratification, sur le Trias supérieur. Les nouveaux horizons décrits par M. Leandro Calvo sont caractérisés par des Brachiopodes et des Lamellibranches mal conservés, dont la détermination est le plus souvent fort difficile; c'est ce qui explique qu'outre les fossiles que j'ai cités précédemment, l'auteur indique dans le Lias la présence de *Ceromya inflata* du Portlandien, et de *Pleuromya Alduini* de l'Oolithe. Mais, quoi qu'il en soit, le travail stratigraphique de Leandro Calvo est le plus complet de tous ceux qui ont été publiés sur les environs d'Albarracin.

En résumé, des divers travaux que je viens de passer rapidement en revue, il résulterait que, dans le Sud de l'Aragon :

1° Le Toarcien et le Charmouthien sont bien développés et fossilifères ;

2° Le Sinémurien et l'Infralias font partout défaut, les marnes et calcaires du Lias moyen reposant directement sur le Trias supérieur.

Ce Trias supérieur, il est vrai, est constitué par la puissante masse de calcaire dolomitique que, dans le chapitre précédent, j'ai rapportée en grande partie au Jurassique inférieur pour les raisons que je vais maintenant développer.

Etude du calcaire dolomitique (Trias supérieur des auteurs espagnols).

Dans tout le Sud de l'Aragon, et en particulier dans les Montes Universales, on trouve partout, de bas en haut, la succession suivante :

- 1° Marnes irisées triasiques ;
- 2° Calcaire dolomitique non fossilifère, formant un abrupt et dont la puissance peut atteindre 100 à 150 mètres ;
- 3° Calcaires gréseux avec quelques bancs de marnes renfermant des Brachiopodes et des Lamellibranches du Lias moyen et peut-être du Lias inférieur ;
- 4° Marnes et calcaires marneux du Charmouthien supérieur et du Toarcien.

M. de Cortázar fut l'un des premiers à rapprocher le calcaire dolomitique du bord oriental de la Meseta (provinces de Cuenca et de Teruel) de la dolomie compacte signalée par M. Mallada¹ dans la province de Tarragone et appartenant nettement au Trias.

Dans cette province, en effet, d'après M. Mallada, le Trias présente la succession suivante (coupe de Falset à Argentera) :

- 1° Conglomérat et grès rouge.
- 2° Dolomie compacte, calcaire à tubulures de structure variable, souvent argilo-magnésien.
- 3° Argiles rouges gypsifères.
- 4° Calcaire à *Daonella* et à *Myophoria*.

Au milieu des dolomies compactes (n° 2), très puissantes, se trouve une zone renfermant *Trachyceras Vilanovæ* qui, dans les Baléares, est associé à *Trachyceras Curionii* : ces assises correspondent nettement à l'horizon de *Buchenstein*.

Si donc l'assimilation de M. de Cortázar était exacte, le calcaire dolomitique du Sud de l'Aragon représenterait la base du Ladinien, et toute la partie supérieure du Trias, l'Infralias et le Sinémurien manqueraient sur le bord oriental de la Meseta, qui aurait ainsi été émergée pendant ces trois périodes. L'étude stratigraphique montre qu'il n'en est rien : à la base du calcaire dolomitique on observe assez souvent une alternance de bancs de marnes irisées triasiques et de calcaires magnésiens ; M. Palacios

1. L. MALLADA. — Reconocimiento geographico y geológico de la provincia de Tarragona. — *Bol. Com. Map. geol. Esp.* t. xvi, p. 38, 1889.

a signalé ce fait dans le district de Daroca et je l'ai observé moi-même dans la Sierra d'Albarracin; d'autre part, à la partie supérieure, la dolomitisation diminue peu à peu pour disparaître complètement, et il y a passage insensible des calcaires dolomitiques aux calcaires gréseux à *Pecten Hehli*¹; la sédimentation a été continue dans toute la région.

Les fossiles ayant disparu par suite de la dolomitisation, il est impossible de subdiviser cette puissante masse de calcaires dolomitiques comprise entre les marnes irisées triasiques et les calcaires à *Pecten* lisses du Sinémurien supérieur ou du Charmouthien : elle représente certainement tout l'Infralias, tout ou partie du Sinémurien et peut-être la partie terminale du Trias.

Dès 1888, d'ailleurs, M. Choffat² appelait l'attention des géologues sur l'âge de ces calcaires; il avait remarqué qu'en Portugal et en Sicile le Sinémurien est souvent représenté par des dolomies autrefois rapportées au Trias, et il pensait qu'une étude approfondie du calcaire dolomitique de Teruel « pourrait le rajeunir »; en 1892³, l'examen de mes fossiles le confirmait dans sa supposition « que le calcaire magnésien supportant le Lias fossilifère représente le Sinémurien et non pas une partie du Triasique ».

Ce faciès dolomitique n'est pas particulier à la province de Teruel, et il se retrouve dans toute la Chaîne Ibérique (provinces de Saragosse, de Soria, de Logroño et de Burgos); mais il n'a pas dû affecter nécessairement toujours les mêmes assises. M. Chudeau a montré⁴ que, dans la province de Logroño, les calcaires du Sinémurien seul étaient dolomitiques et compris entre des grès à flore hettangienne et des calcaires du Lias moyen; dans la province de Burgos, d'après M. Larrazet⁵, la dolomitisation a transformé les couches de l'Infralias et peut-être du Trias supérieur sans atteindre les assises sinémuriennes.

1. D. Leandro Calvo, qui adopte les idées de M. de Cortázar, signale une concordance nette entre les dolomies et les calcaires jurassiques; je n'ai observé aucun fait semblable aux environs d'Albarracin, et la coupe fig. 30, page 109, prise à Valdevecar, dans l'un des deux points signalés par M. Calvo lui-même, montre une concordance parfaite entre les divers termes de la série.

2. CHOFFAT. — *Annuaire géologique universel*, t. IV, p. 614. Paris, 1888.

3. CHOFFAT. — Id. t. IX, p. 537. Paris, 1892.

4. CHUDEAU. — Contribution à l'étude géologique de la Vieille-Castille. Thèse de doctorat, 1896.

5. LARRAZET. — Recherches géologiques sur la région orientale de la province de Burgos, etc. Thèse de doctorat, 1896.

Deux causes différentes peuvent être invoquées pour expliquer cette dolomitisation : 1^o les calcaires ont pu être modifiés chimiquement après leur dépôt par des eaux magnésiennes; 2^o les calcaires renfermaient primitivement une certaine quantité de magnésie; ils se sont enrichis progressivement par dissolution du carbonate de chaux et se sont transformés lentement en dolomies. Les nombreuses vacuoles qui existent presque partout dans le calcaire dolomitique du Sud de l'Aragon me font penser que le deuxième phénomène a dû se produire, ou seul, ou peut-être dans certains points, concurremment avec le premier.

Distribution du Jurassique inférieur

Avant d'étudier les assises fossilifères du Lias moyen et du Lias supérieur, j'indiquerai rapidement la distribution du Jurassique inférieur dans la région que j'ai parcourue (Voir planches I et II).

CHAÎNE IBÉRIQUE. — La bande silurienne d'Atea est bordée à l'ouest par le calcaire dolomitique de l'Infralias, très développé entre Abanto et Pardos et recouvert en discordance par les grès du Gault; au sud de Cubel les calcaires disparaissent, cachés en partie par de nombreux débris de quartzites siluriens, en partie par les grès crétacés; ils reparaissent près de Gallocanta, formant la bordure occidentale de la Laguna et recouvrant les marnes irisées de Torralba de los Sisones. Les calcaires dolomitiques horizontaux recouvrent en outre les îlots triasiques de Cimballa, d'Alarba et de Fombuena.

La bande triasique qui s'étend de Montalban à Cucalon et à Monforte est bordée d'une façon presque ininterrompue par le Jurassique inférieur. A l'ouest, les calcaires dolomitiques forment la base du Morron crétacé de Badenas; ils disparaissent un peu au nord de Fonfria par suite de la grande transgression cénomaniennne, mais sont de nouveau visibles près de Montalban et se suivent alors sans interruption jusqu'à Castel de Cabra, Obon, Huesa et Monforte (Voir Pl. I). Dans cette dernière bande, le Jurassique inférieur est complet : les marnes et les calcaires marneux du Lias moyen et du Lias supérieur surmontent les calcaires non fossilifères de l'Infralias et du Sinémurien. Au sud de Montalban, le Jurassique inférieur forme une bande très étroite, à peine discontinue, très nette aux environs de Las Parras et d'Utrillas et recouverte de chaque côté par les dépôts lignitifères du Crétacé inférieur.

Le Jurassique inférieur atteint un beau développement de chaque côté de l'anticlinal de Calanda, dont j'ai parlé dans le chapitre précédent ; les calcaires dolomitiques et les marnes fossilifères sont particulièrement faciles à observer à Calanda, près de l'aqueduc construit sur le Guadalope, ou encore sur le chemin de Torrevella à La Ginebrosa.

Un peu à l'ouest, l'anticlinal jurassique d'Ariño, qui se trouve dans le prolongement de celui de Calanda et limite comme lui le bassin tertiaire de l'Ebre, montre sur son flanc méridional les différentes assises du Jurassique inférieur. Le Lias fossilifère est bien développé à la Venta de San Pedro, le long des berges du Río Martin, qui traverse l'anticlinal perpendiculairement à sa direction.

CHAÎNE HESPÉRIQUE. — La Sierra Menera est bordée, à l'est et à l'ouest, par le Jurassique inférieur, que l'on peut facilement étudier à l'ouest d'Ojos Negros ou dans les environs d'Almohaja ; le calcaire dolomitique et le Lias fossilifère sont partout bien représentés.

Plus au sud, l'extrémité de la Chaîne Hespérique est entourée par une bande ininterrompue de Jurassique inférieur, dont le centre est Albarracin et dont les contours assez irréguliers ont été représentés sur la carte (Pl. II). Le Jurassique inférieur est très bien développé dans toute cette région : les calcaires dolomitiques peuvent y atteindre 150 mètres de puissance et les assises fossilifères qui les surmontent ont souvent plus de 30 mètres d'épaisseur. Ces marnes sont faciles à suivre dans toute la contrée : elles forment un talus, incliné à 30° environ, souvent cultivé, et compris entre deux abrupts, l'inférieur constitué par les calcaires dolomitiques de l'Infralias et le supérieur par les calcaires du Jurassique moyen.

La bande triasique de El Cuervo est contournée à l'ouest par le calcaire dolomitique et le Lias fossilifère, et à l'est par les calcaires de l'Infralias surmontés directement par les poudingues tertiaires de la vallée du Guadalaviar.

Le Trias de Libros et de la vallée moyenne du Turia est bordé à l'est par l'Infralias, souvent recouvert par les poudingues miocènes qui occupent toute la rive gauche du fleuve, et à l'ouest par les calcaires dolomitiques et le Lias fossilifère.

Le Jurassique inférieur est bien développé dans la Sierra Javalambre et la Sierra Camarena ; l'Infralias recouvre les marnes irisées gypsifères de Sarrion et de la vallée du Río de Valacloche, et les calcaires marneux du Lias sont fossilifères entre Torrijas et

Camarena ; ils sont relevés à 1250 mètres dans tous les pics de la Sierra Javalambre.

L'axe triasique de la Sierra de San Jaime est recouvert, à l'est et à l'ouest, par le Jurassique inférieur complet, dont les bancs réapparaissent un peu à l'est, entre Gudar et Monteagudo, à 5 kilomètres de ce dernier village.

C'est dans la Sierra Palomera que le Lias fossilifère atteint son plus beau développement. La vallée tertiaire du Jiloca est séparée de celle de l'Alfambra par des dépôts jurassiques, que l'on peut suivre presque sans interruption des environs de Monreal del Campo jusqu'à Celadas. Le Charmouthien et le Toarcien sont très fossilifères près d'Aguaton, et les calcaires dolomitiques, redressés presque verticalement, forment la Peña Palomera (1529 mètres). La bande du Jurassique inférieur se poursuit plus au sud jusqu'aux environs de Concud ; au-delà, elle disparaît sous le Miocène lacustre de la vallée de l'Alfambra ; mais les sédiments tertiaires sont souvent peu épais et le Jurassique est nettement visible sur la route de Teruel à Alfambra, à 5 kilomètres de la première ville, et plus au nord, vers Perales, près de la Venta de Caracol.

Descriptions locales

Sierra Palomera. — Je commencerai la description du Jurassique inférieur fossilifère par l'étude détaillée d'une des coupes les plus complètes que j'aie pu relever dans la région.

Le sentier qui va de Torre la Carcel à la Virgen del Castillo traverse la Sierra Palomera perpendiculairement à sa direction et permet de relever la coupe suivante :

1. — Calcaire gréseux dont les bancs ont de 15 à 20 centimètres de puissance et sont séparés par des assises plus marneuses. Épaisseur visible, 8 mètres. A 3 mètres de la partie supérieure, nombreuses plaquettes à *Pecten* lisses : *Pecten Hehli* d'Orb., etc.

2. — Calcaire compact non fossilifère 5 à 6 mètres.

3. — Calcaire rougeâtre, en bancs épais de 1 mètre. A la partie supérieure on observe une assise plus marneuse avec empreintes de *Pecten Hehli* d'Orb., *Pecten glaber* Zieten. 8 mètres.

4. — Calcaire dur, non fossilifère, formant l'entrée du barranco. Ce calcaire et les assises sous-jacentes sont coupés par de nom-

breuses petites failles parallèles au Jiloca et amenant des dénivellations de 2 à 5 mètres. 8 mètres.

5. — Calcaire en bancs de 10 à 25 cm., séparés par des lits de calcaire marneux dont l'épaisseur est de quelques centimètres à la base et atteint un mètre à la partie supérieure. A un mètre de la base se trouve une assise avec nombreuses *Ostrea irregularis*; la partie supérieure, plus marneuse, m'a fourni une faune assez riche :

Pholadomya Thomarensis Choffat

Lucina liasina Ag. sp.

Harpax Parkinsoni Bronn

Lima punctata Sow. sp.

Pecten priscus Schloth.

» *acutiradiatus* Goldf.

Mytilus Morrisi Oppel

» *scalprum* Goldf.

Zeilleria punctata Sow. sp.

Terebratula subpunctata Dav. sp.

Rhynchonella tetraedra Sow. sp.

Épaisseur : 11 mètres.

0

F

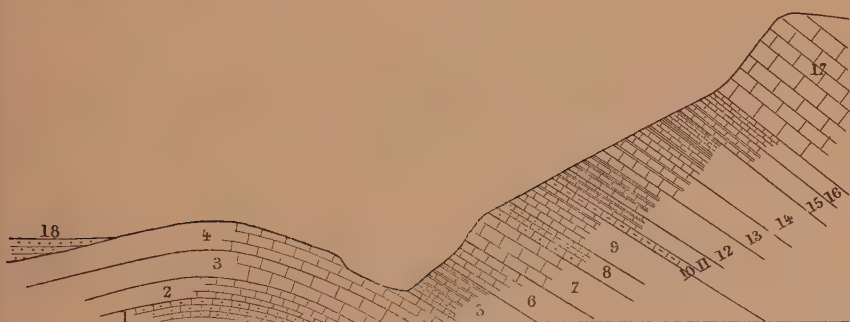


Fig. 27. — COUPE PRISE LE LONG DE LA RAMBLA EL SALTO

- | | | |
|-------|--|---|
| 1-3 | — Calcaires à <i>Pecten Hehli</i> | Sinémurien. |
| 4-5 | — Calcaires avec petits lits marneux à la
partie supérieure | Sinémurien supérieur
ou Charmouthien inférieur |
| 6-9 | — Calcaires plus ou moins gréseux | Charmouthien. |
| 10-16 | — Marnes et calcaires marneux | Toarcien. |
| 17 | — Bajocien. | |
| 18 | — Tertiaire de la vallée du Jiloca. | |

Échelle approximative des longueurs et hauteurs, $\frac{1}{2000}$

6. — Calcaire compact renfermant quelques Bélemnites, que je n'ai pu dégager de la roche 8 mètres.

7. — Calcaire dur, quelquefois un peu gréseux et ferrugineux, avec très nombreuses Gryphées, qui forment plusieurs lumachelles superposées. M. Choffat rapporte ces Gryphées (avec doute) à des exemplaires jeunes de *Gryphæa obliqua*. 10 mètres.

8. — Calcaire gréseux renfermant encore quelques exemplaires de Gryphées associées à

Pecten priscus Schloth.

» *acuticostatus* Lam.

Terebratula subpunctata Dav. sp.

Plusieurs assises sont formées presque uniquement de débris de Pectens et de Térébratules Épaisseur : 5 mètres.

9. — Calcaire blanc-jaunâtre, se présentant en bancs réguliers de 15 cm. environ d'épaisseur. A 2 m. 50 de la base, j'ai recueilli un exemplaire d'*Amaltheus spinatus*, qui est la seule ammonite charmouthienne que j'ai trouvée dans cette région. Avec *Amaltheus spinatus* se rencontrent :

Belemnites sp.

Pleuromya sp.

Spiriferina rostrata Schloth.

Zeilleria punctata Sow. sp.

Terebratula Edwardsi Dav.

Terebratula subovoides Röm.

Rhynchonella tetraedra Sow.

Épaisseur : 8 mètres.

10. — Calcaire marneux très riche en Lamellibranches et en Brachiopodes. J'ai trouvé dans cette assise :

Harpoceras falciferum Sow.

» sp. du groupe de *H. algovianum*.

Pholadomya Idea var. *Lusitanica* Choffat

» *reticulata* Ag.

Pleuromya striatula Ag.

Ostrea irregularis Münster.

Gryphæa sp.

Spiriferina rostrata Schloth.

Zeilleria Jauberti Desl. sp.

Terebratula subovoides Röm.

Épaisseur : 2 mètres.

11. — Alternance de bancs de calcaire dur de 10 à 12 cm., et de bancs de calcaire marneux de 6 à 8 cm. d'épaisseur. Cette zone est particulièrement riche en Rhynchonelles et en Térébratules et renferme la faune suivante :

Harpoceras Levisoni Simps.
Lima punctata Sow.
Pecten textorius Schloth. sp.
Spiriferina rostrata Schloth.
Terebratula subpunctata Dav. sp.
Zeilleria florella d'Orb. sp.
 » *Lycetti* Dav. sp.
Rhynchonella subtetraedra Dav.
 » *Lycetti* Dav.

Épaisseur : 5 mètres.

12. — Calcaire marneux, avec petites intercalations de calcaire plus dur, caractérisé par une faune très riche :

Harpoceras bifrons Brug., assez fréquent.
 » *Levisoni* Simps., type et nombr. variétés.
Ceromya sp.
Cardinia sp.
Lima punctata Sow.
Pecten textorius Schloth. sp.
Mytilus Sowerbyanus d'Orb.
Terebratula subovoides Rœm.
Zeilleria Lycetti Dav. sp.
 » *Jauberti* Desl. sp.

Les *Harpoceras* sont surtout abondants dans les bancs calcaires occupant le milieu de cette zone. Ces bancs calcaires, comme les assises plus marneuses intercalées, augmentent d'épaisseur et passent insensiblement à la zone suivante.

Épaisseur : 9 mètres.

13. — Bancs de calcaire dur de 50 cm. de puissance, séparés par des bancs marneux de 20 cm. d'épaisseur ; ces assises m'ont fourni quelques rares fossiles :

Trigonia Thomarensis Choffat
Ceromya sp.

Épaisseur : 8 mètres.

14. — Les calcaires marneux augmentent de puissance et attei-

gnent 60 centimètres; ils sont séparés par des bancs de calcaire dur; c'est le niveau de

Harpoceras fallaciosum Bayle, assez abondant.

Trigonia formosa Lycett

Épaisseur : 12 mètres.

15 et 16. — Calcaire marneux et calcaire dur en bancs de 10 centimètres d'épaisseur à peine 12 mètres.

La partie inférieure est assez fossilifère et m'a fourni :

Harpoceras Doerntense Denckman

» *Bingmanni* Denckman

Lima Toarcensis Desl.

» *semicircularis* Goldf.

Zeilleria Jauberti Desl. sp.

Terebratula Paumardi Desl.

Rhynchonella variabilis Schloth.

» *meridionalis* Desl.

La partie supérieure est moins fossilifère; j'y ai rencontré seulement quelques exemplaires de *Lima semicircularis* Goldf.

17. — Les marnes et calcaires marneux disparaissent et font place à une puissante masse de calcaire dur, compact, correspondant aux divers horizons du Jurassique moyen, et recouvert en discordance par les poudingues et les marnes rouges tertiaires, sur lesquels est bâtie la chapelle de la Virgen d'El Castillo.

18. — A l'est de la coupe, le Tertiaire de la vallée du Jiloca recouvre les calcaires à *Pecten Hehli*; ces derniers, d'ailleurs, reposent directement sur les calcaires dolomitiques dont j'ai parlé un peu plus haut; la superposition ne se voit pas dans le barranco qui conduit à la Virgen del Castillo, mais elle est très nette un peu plus au sud, au pic même de la Peña Palomera.

Cette coupe montre que le premier niveau dont l'âge peut être précisé correspond au Charmouthien supérieur (zone à *Amaltheus spinatus*).

Les assises 1 et 3 sont caractérisées par le *Pecten Hehli*, dont les nombreux exemplaires couvrent la surface de plusieurs bancs; ce Lamellibranche, rare dans l'Infralias et dans le Charmouthien, est au contraire très abondant dans le Sinémurien des régions voisines et du Bassin du Rhône. D'autre part, l'assise fossilifère 5 est caractérisée par une faune qui se retrouve dans le Sinémurien supérieur et dans le Charmouthien inférieur, et l'assise 9 appartient nettement au Charmouthien supérieur.

En attendant la découverte de fossiles caractéristiques, j'admettrai donc que les niveaux les plus inférieurs (1 à 3) du Jurassique de la Sierra Palomera appartiennent au Sinémurien, et que les assises immédiatement supérieures (4 et 5) représentent le Sinémurien supérieur ou le Charmouthien inférieur; les calcaires à Bélemnites, à Gryphées et à *Pecten acuticostatus* (6 à 8) représenteraient les différents niveaux du Lias moyen, dont la zone 9 serait la partie terminale.

Les différents horizons du Toarcien sont nettement caractérisés au point de vue paléontologique; si quelques zones ne m'ont pas fourni d'Ammonites dans la Sierra Palomera, il est cependant certain que le Lias supérieur est complet dans la région. La coupe précédente nous a montré d'ailleurs la succession suivante :

I. Zone à *Harpoceras falciferum* et *Harpoceras Levisoni* (couches 10-11). La limite entre les assises 9 et 10 de la coupe est basée surtout sur le faciès minéralogique, et 6 mètres environ de calcaire séparent le banc à *Amaltheus spinatus* des assises à *Harpoceras falciferum* : une partie de ces calcaires intermédiaires avec Brachiopodes (*Spiriferina rostrata*, *Rhynchonella tetraedra*, etc.) pourrait peut-être être rattachée au Toarcien. Un peu plus au nord, dans la province de Burgos, M. Larrazet a déjà montré qu'il existait 2^m40 de calcaire toarcien à Brachiopodes, intercalé entre les couches à *Amaltheus spinatus* et les assises à *Harpoceras falciferum*.

II. Zone à *Harpoceras bifrons* et *Harpoceras Levisoni* (couches 12-13).

III. Zone à *Harpoceras fallaciosum*. A ce même horizon j'ai trouvé, dans d'autres localités, *Harpoceras Toarcense* (n° 14).

IV. Zone à *Harpoceras Doerntense* et *Harp. Bingmanni*; en Angleterre et dans d'autres régions ces deux espèces se trouvent dans les assises à *Gram. dispansum*, immédiatement inférieures à la zone à *Dumortieria radiosa* (n° 15).

V. Zone peu fossilifère terminant le Toarcien marneux, qui ne m'a fourni aucun fossile dans la Sierra Palomera, mais dans laquelle de Verneuil a trouvé à Albarracin *Harpoceras Aalense* et *Harp. opalinum* (*Amm. primordialis*).

Si les conclusions précédentes relatives au Charmouthien et au Sinémurien supérieur sont exactes, la puissante masse de calcaire dolomitique inférieure aux assises à *Pecten Hehli* et formant, un peu au sud de la coupe, l'arête escarpée de la Peña Palomera

représenterait certainement l'Infralias, une partie du Lias inférieur et aussi, peut-être, la partie terminale du Trias.

Dans tout le Sud de l'Aragon, le Jurassique inférieur fossilifère se présente avec une remarquable uniformité; si les couches du Sinémurien et du Charmouthien inférieur et moyen ne sont pas toujours faciles à étudier, à cause de la rareté des fossiles, j'ai partout rencontré, dans les Chaînes Ibérique et Hespérique, la succession suivante :

1° Calcaire à *Bélemnites*.

2° Calcaire à nombreuses *Gryphées*.

3° Calcaire gréseux à *Pecten acuticostatus* et *Terebratula subpunctata*.

4° Marnes et calcaires marneux très fossilifères du Toarcien. L'étude détaillée de la Sierra Palomera me permettra donc d'être bref dans la description, qu'il me reste à faire, du Lias des diverses bandes jurassiques.

I. — CHAÎNE IBÉRIQUE

J'ai indiqué l'extension du Jurassique inférieur dans cette cordillère. Les environs d'Obon et de Josa sont devenus classiques pour

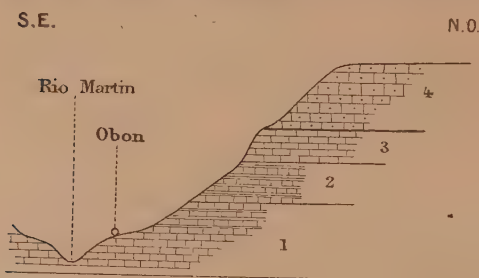


Fig. 28. — Coupe prise à la sortie d'Obon, le long du chemin de la Josa.

1 — Calcaire ferrugineux à la base, marneux à la partie supérieure — Charmouthien.

2 — Marnes et calcaires marneux. 20 m — Toarcien.

3 — Calcaire compact. 18 m — Bajocien.

4 — Calcaire gréseux et ferrugineux. 40 m — Néocomien.

Echelle des hauteurs, $\frac{1}{4.000}$

1° Un calcaire, souvent dolomitique, un peu ferrugineux, puisant de soixante mètres ;

l'étude du Lias espagnol depuis les descriptions de E. de Verneuil; la coupe suivante, prise au village même d'Obon, nous montre une succession identique à celle de la Sierra Palomera, au point de vue pétrographique et paléontologique.

Si l'on va de Peñarroyas à Obon en suivant le Rio Martin, on trouve, au-dessus du Trias figuré dans la coupe 17 (page 65, partie N.-E.) :

2^o Des calcaires moins compacts, devenant de plus en plus marneux à mesure qu'on s'élève dans la série, et passant à des marnes vers leur partie supérieure. Ces assises se suivent jusqu'à Obon presque sans interruption, et c'est sur elles qu'est bâti le village; l'inclinaison N. E., qui est très nette le long du Rio Martin, devient de plus en plus faible quand on s'éloigne de l'axe primaire et à Obon même les couches sont presque horizontales.

Le chemin d'Obon à La Josa suit les couches marneuses du Lias supérieur, dont la richesse, surtout en Brachiopodes, est si grande, que suivant de Verneuil et Lartet [68] « on pourrait s'y arrêter des jours entiers si on se livrait à la recherche des fossiles ».

1. — A la partie inférieure de la coupe, à 20 mètres environ au-dessus du niveau à Gryphées, j'ai observé des assises calcaires avec des bancs de marnes dont la puissance augmente vers la partie supérieure. Ces assises correspondent à la partie terminale du Charmouthien. J'y ai trouvé :

Harpoceras Cornacaldense Tausch

» *Boscense* Reyn.

avec une faune de Lamellibranches assez riche :

Ostrea irregularis Munst.

Harpax Parkinsoni Bronn, très abondant.

Pecten priscus Schloth.

» *textorius* Schloth.

» *acutiradiatus* Goldf.

Zeilleria punctata Sow. sp.

» (*Aulacothyris*) *resupinata* Sow. sp.

Rhynchonella tetraedra Sow.

2. — Au-dessus viennent des calcaires marneux et des marnes renfermant, au point de vue paléontologique, deux horizons très nets :

a) — A la base, des assises à :

Harpoceras bifrons Brug.

» *Levisoni* Simps.

Dactylioceras annulatum Sow.

Cæloceras commune Sow.

avec des Lamellibranches et des Brachiopodes assez nombreux :

Pholadomya Idea var. *Lusitanica* Choffat

» *Voltzi* Ag.

» *decorata* Hartm.

Lima punctata Sow.

Spiriferina rostrata Schloth.

» *oxyptera* Buv.

Terebratula Edwardsi Dav.

Zeilleria florella d'Orb. sp.

» *Jauberti* Desl. sp.

» *Quadrifida* Lamk. sp.

Rhynchonella meridionalis Desl.

» *Lycetti* Dav.

La *Spiriferina rostrata* est particulièrement abondante et présente d'assez nombreuses variétés rappelant les espèces charmouthiennes décrites par Seguenza¹.

b) A la partie moyenne, des marnes avec :

Harpoceras fallaciosum Bayle

» *Schopeni* Gemm. (?)

Hammatoceras insigne Schübler

Haugia illustris Denckm.

avec les mêmes Brachiopodes que précédemment, mais moins abondants.

La partie supérieure ne m'a pas fourni d'Ammonites ; mais M. de Cortázar a trouvé dans les mêmes assises, entre Obon et Alcaïne, *Harpoceras Aalense*, dont la présence montre que le Toarcien est complet dans la région.

Toutes ces assises sont particulièrement riches en Brachiopodes, et les espèces d'Espagne décrites par E. Deslongchamps [29] proviennent d'Obon et de Josa ; c'est par erreur qu'elles ont été toutes rapportées au Lias moyen ; elles sont très abondantes dans les marnes du Toarcien inférieur.

La même bande jurassique se poursuit vers le sud, jusqu'au-delà de Montalban ; mais, à l'ouest de Cabra, à l'approche du massif ancien, on voit l'Infralias et le Lias se redresser, devenir verticaux et même se renverser sur le Crétacé inférieur qui les surmontait. Ce renversement est facile à observer le long du Rio Adovas, à 2 kilom. à l'est de Montalban ; dans les éboulis qui couvrent l'Aptien, on trouve en abondance les Ammonites et les Brachiopodes du Toarcien, sans qu'il y ait pour cela mélange des faunes liasique et crétacée, comme l'avait prétendu D. Alcibar en 1862 [2].

1. SEGUENZA. — Monografia delle Spiriferina dei vari piani del Lias Messinese. Rome, 1885.

Les affleurements jurassiques de Cimballa et d'Utrillas et ceux d'Arino et de Calanda, qui limitent le bassin tertiaire de l'Ebre, présentent la même succession de faciès pétrographiques et la même faune.

II. — CHAÎNE HESPÉRIQUE

J'ai indiqué précédemment l'extension du Jurassique inférieur dans cette région : comme il se présente partout avec une remarquable uniformité, il me suffira de donner et de décrire deux coupes, l'une prise au nord, dans la Sierra Menera, la seconde plus au sud, aux environs d'Albarracin.

A. — Bordure de la Sierra Menera

Le Jurassique inférieur est très bien développé à l'est de la Sierra Menera, comme le montre la coupe suivante qui va de l'axe ancien au village d'Ojos Negros.

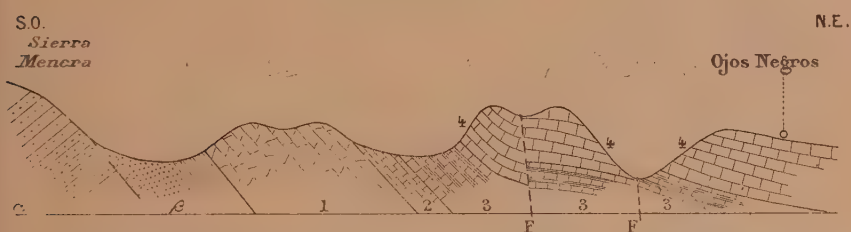


Fig. 29. — COUPE DE LA SIERRA MENERA A OJOS NEGROS

- α — Quartzites siluriens de la Sierra Menera.
- β — Grès et marnes du Trias.
- 1 — Calcaire dolomitique 100 m. Infralias et Sinémurien.
- 2 — Calcaire compact et gréseux 22 à 25 m. . . Charmouthien.
- 3 — Marnes et calcaires marneux 35 à 40 m. . . Toarcien.
- 4 — Calcaires du Jurassique moyen Bajocien et Bathonien.

Échelle des longueurs, $\frac{1}{30000}$; des hauteurs $\frac{1}{7500}$

Sur les grès rouges et les marnes salifères du Trias reposent successivement et en concordance parfaite :

1. — Un calcaire dolomitique avec nombreuses vacuoles, dont la puissance est de 100 mètres environ.

2. — Un calcaire compact ou gréseux présentant les subdivisions suivantes :

- a. — Calcaire en bancs réguliers, non fossilifère . 3 mètres
- b. — Calcaire compact avec *Bélemnites* non déterminables 5 »
- c. — Calcaire en bancs épais avec nombreuses *Gryphées* et *Bélemnites* 6 »
- d. — Calcaire gréseux non fossilifère. 8 »

Il est facile de voir que cette succession est identique à celle que j'ai décrite précédemment dans la Sierra Palomera (coupe 27, n° 6-9); le Charmouthien inférieur et le Sinémurien supérieur (n° 1-5 de la même coupe) sont en partie cachés et ne m'ont fourni ici aucun fossile.

3. — Des marnes et des calcaires marneux en bancs plus ou moins épais et dans lesquels j'ai pu établir les mêmes divisions que dans la Sierra Palomera. Les niveaux à *Harpoceras bifrons* et *Harp. Levisoni*, et à *Harpoceras fallaciosum* sont les plus fossilifères et renferment la faune que j'ai déjà citée plusieurs fois. Les assises terminales sont caractérisées par *Lima semicircularis* et *Zeilleria (Plesiothyris) Verneuili*. L'épaisseur totale du Toarcien est de 40 mètres; il est recouvert en concordance parfaite par les calcaires à *Harpoceras Murchisonæ*.

Le chemin qui va de Villar del Salz à Ojos Negros traverse ces diverses assises et rend particulièrement facile l'étude des différents niveaux toarciens.

B. — Sierra d'Albarracin

Nous allons retrouver une succession tout à fait comparable aux environs d'Albarracin, comme le montrent la coupe ci-jointe prise à Valdecomadres, au fond du Valdevecar, ou encore celle que l'on peut relever à Coscojares perpendiculairement à la route de Torres (fig. 33, p. 121).

Au-dessus des marnes irisées triasiques, riches en cristaux bipyramidés de quartz et visibles dans le ravin un peu en aval, j'ai observé la succession suivante (fig. 30) :

1. — Calcaire dur, souvent dolomitique et caverneux, à la partie supérieure duquel M. Leandro Calvo a trouvé des Lamelibranches et des Brachiopodes spécifiquement indéterminables¹.

1. M. Leandro Calvo [18, p. 333] a pu établir, surtout au point de vue pétrographique, plusieurs subdivisions dans les assises 1 et 2.

2. — Calcaire en bancs minces, assez réguliers ; la base est plus marneuse et a fourni à M. Calvo *Arca liasina* et *Pholadomya Idea* ; la partie supérieure est plus gréseuse, quelquefois un peu ferrugineuse : c'est le niveau à *Gryphées* et à *Bélemnites*¹, dans lequel j'ai recueilli la faune suivante :

Pecten priscus Schloth.

» *acutiradiatus* Goldf.

Terebratula subpunctata Dav. sp.

3. — Calcaire gréseux renfermant en abondance *Zeilleria cornuta* et des espèces voisines.

4. — Marnes argileuses, puissantes de 5 mètres environ, avec :

Harpax Parkinsoni Bronn

Ostrea irregularis Munster

Zeilleria punctata Sow. sp.

Terebratula subpunctata Dav. sp.

Spiriferina rostrata Schloth.

5. — Calcaire marneux avec intercalation de bancs de marne d'épaisseur variable. Ces assises, nettement toarcien-nes, peuvent se subdiviser, au point de vue paléontologique, de la façon suivante :

a — Zone à *Harpoceras falciferum*, *Lima gigantea*, *Mytilus Thiollieri* et nombreux Brachiopodes : *Terebratula subpunctata*, *Zeilleria Jauberti*, *Zeil. Lycetti*, *Terebratula subovoïdes*, *Rhynchonella tetrædra*, *Rh. meridionalis*.

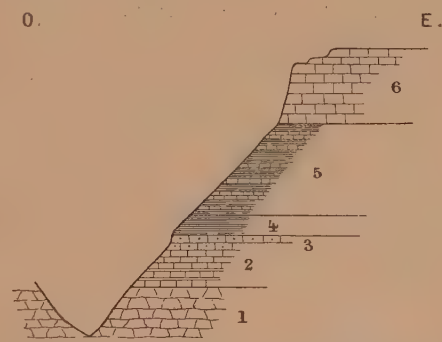


Fig. 30. — COUPE DE VALDECOMADRES, AU FOND DU VALDEVECAR

1 — Calcaire compact.	Infralias et Sinémurien.
2 — Calcaires avec bancs marneux à la base	20 m. } Charmouthien.
3 — Calcaires gréseux	3 m. }
4 — Marnes	5 m. }
5 — Calcaires marneux et marnes	35 m. } Toarcien.
6 — Bajocien.	

Échelle des hauteurs $\frac{1}{3.000}$

1. Ces Bélemnites, difficiles à dégager de la roche, sont de couleur brune et se distinguent nettement du calcaire gréseux qui est blanc rougeâtre. Les habitants du pays les désignent sous le nom de dedos de moro (doigts de Maure).

b -- Zone à *Harpoceras bifrons*, *Harp. Levisoni*, *Terebratula subovoides*, *Zeilleria Jauberti*, *Zeil. Lycetti*, *Zeil. (Plesiothyris) Verneuili*.

c — Zone à *Harpoceras Schopeni*, *Harpoceras Toarcense* (trouvé à la Peña La Cingle, en face d'Albarracin) avec *Rhynchonella Lycetti*, *Terebratula Paumardi*, *Zeilleria Verneuili*.

d — Marnes supérieures à *Lima semicircularis*, *Rhynchonella meridionalis*. De Verneuil a trouvé dans cette zone *Harpoceras Aalense*, *Harp. opalinum* (Am. primordialis).

6. — Calcaire compact à *Harpoceras Murchisonæ*.

Cette succession est identique à celle de la Peña Palomera et, dans les deux régions, le Charmouthien et le Toarcien sont également bien développés.

Les mêmes conclusions peuvent s'étendre à toute la bordure de l'extrémité méridionale de la Chaîne Hespérique. Dans la Sierra Javalambre la série liasique acquiert un beau développement et la coupe de Torrijas à Camarena montrerait les calcaires marneux du Jurassique inférieur absolument horizontaux et relevés à une altitude atteignant souvent 1300 mètres ; les marnes du Toarcien forment un talus légèrement incliné, assez souvent cultivé, et peuvent se suivre sur une très grande distance.

Les mêmes marnes se retrouvent dans la Sierra de San Jaime, de chaque côté de l'axe triasique que j'ai signalé entre Cedrillas et Corbalan ; elles sont assez fossilifères un peu à l'est de Corbalan, tout près de la Casa Albergue et sur le chemin de Monteagudo à Gudar, à 2 kilom. du moulin.

Comparaison du Jurassique inférieur du Sud de l'Aragon avec celui des régions voisines.

Les descriptions précédentes montrent que le Jurassique inférieur présente, au double point de vue pétrographique et paléontologique, une très grande uniformité dans tout le Sud de l'Aragon. J'ai indiqué précédemment, à propos du calcaire dolomitique de l'Infralias, que la même faune se retrouve dans toute la Chaîne Ibérique. Dans son travail sur la province de Burgos, en effet, M. Larrazet ¹ a montré l'existence de la série suivante :

1. LARRAZET. — Recherches géologiques sur la région orientale de la province de Burgos et sur quelques points des provinces d'Alava et de Logroño, 1896.

1. — Calcaire dolomitique (Trias ? ou Infralias).
2. — Calcaire à Huitres et à Brachiopodes (Sinémurien).
3. — Calcaires du Charmouthien, fossilifères de la base au sommet, depuis la zone à *Deroceras armatum* jusqu'au niveau à *Amaltheus spinatus*.
4. — Marnes et calcaires marneux du Toarcien, dans lesquels se retrouvent tous les niveaux classiques du Lias supérieur.

La province de Burgos présente donc une succession plus complète ou plus fossilifère que le Plateau de Teruel. Il semble qu'il soit possible de distinguer dans la Chaîne Ibérique, à l'époque du Lias inférieur et moyen, deux zones assez nettes où les conditions de sédimentation étaient différentes : dans la région septentrionale, l'Infralias seul est représenté par des calcaires dolomitiques et les calcaires du Charmouthien sont riches en Ammonites. Plus au sud, la dolomitisation a été plus intense et a affecté une grande partie des assises sinémuriennes ; d'autre part, pendant toute l'époque charmouthienne régnait le régime calcaréo-gréseux et la faune est surtout riche en Brachiopodes et en Lamellibranches. Cette division disparaît au Toarcien, qui, de Burgos à Teruel, présente le même faciès pétrographique et la même succession de faunes.

La mer qui couvrait la Chaîne Ibérique à l'époque du Jurassique inférieur s'étendait plus au nord et déposait des sédiments sur toute la bordure occidentale du Plateau Central ; les récents travaux de M. Glangeaud¹ ont montré que l'Infralias et le Lias sont bien développés dans cette région et présentent la succession suivante :

1. Grès peu fossilifère et calcaire dolomitique (Rhétien).
 2. Calcaires magnésiens avec intercalations de couches oolithiques, de calcaire lithographique et de cargneules ; la faune est peu variée et comprend surtout des Gastropodes et des Lamellibranches (Hettangien et Sinémurien).
 3. Charmouthien présentant plusieurs faciès : au sud un faciès marno-calcaire avec les Céphalopodes des zones classiques ; au nord un faciès calcaréo-gréseux caractérisé par des Brachiopodes et des Lamellibranches et renfermant à la partie supérieure *Amaltheus margaritatus* et *Am. spinatus*.
 4. Argiles et marnes toarciennes riches en Céphalopodes.
- C'est donc la même succession d'assises que sur le bord oriental

1. PR. GLANGEAUD. — Le Jurassique à l'Ouest du Plateau Central. — *Bull. Serv. Carte géol.*, n° 50, T. VIII, 1895.

de la Meseta ; les ressemblances sont frappantes au point de vue pétrographique et surtout au point de vue paléontologique, comme le montre la comparaison des fossiles trouvés dans ces deux régions, qui faisaient évidemment partie de la même province.

Le même faciès s'observe dans tout le Centre de l'Espagne, comme le prouvent les travaux des différents géologues espagnols et surtout ceux de M. de Cortázar. Il se retrouve en Portugal dans toute la région située au nord de Lisbonne et dans l'Arrabida. Dans son étude sur le Lias au nord du Tage, M. Choffat ¹ a insisté sur l'analogie frappante qui existait entre le Lias de l'Espagne centrale et celui des environs de Thomar. Dans cette dernière localité, en effet, le savant géologue portugais a observé la succession suivante :

1. Calcaire de Coïmbre à *Ceromya anglica* et *Avicula Conimbrica* (Infralias et Sinémurien).
2. Couches à *Gryphæa obliqua* (Sinémurien sup.)
3. Marnes et marno-calcaires à *Pecten acuticostatus* (Charmouthien).
4. — Marno-calcaires du Toarcien avec la faune habituelle d'Ammonites.

M. Choffat n'a pu établir aucune division dans le Charmouthien, cependant très fossilifère. La faune est caractérisée par une grande abondance de Lamellibranches et de Brachiopodes, que j'ai retrouvés dans le Charmouthien de la province de Teruel et qui ont été signalés dans les régions voisines et dans le Midi de la France, en particulier dans le Var. Un certain nombre de formes, comme *Rhynchonella meridionalis*, *Zeilleria Verneuli*, *Zeill. Jauberti*, donnent un caractère particulier à la faune charmouthienne de ces diverses régions : aussi M. Choffat a-t-il désigné ce faciès sous le nom de *Lias à faciès espagnol*.

Mais l'étude du Jurassique inférieur de la Chaîne Ibérique et du Centre de l'Espagne vient de nous montrer que cette série se relie intimement aux terrains du même âge de l'Europe occidentale ; le Toarcien, et en certains points le Charmouthien, présente les zones classiques observées en France et en Angleterre ; le faciès calcaréo-gréseux, qui envahit souvent le Lias moyen, explique la pauvreté de sa faune en Ammonites ; mais les nombreux Brachiopodes et Lamellibranches qui en caractérisent les diverses assises

1. CHOFFAT. — Etude stratigraphique et paléontologique des terrains jurassiques du Portugal. — Le Lias et le Dogger au Nord du Tage. Lisbonne, 1880.

ont une extension géographique très grande, et la présence de quelques formes spéciales ne me paraît pas suffisante *pour séparer le Lias à faciès espagnol du Lias de toute l'Europe occidentale.*

Mais quoi qu'il en soit, le Lias situé au nord du Tage présente les plus grandes analogies avec celui du Plateau de Teruel; la même mer couvrait les deux régions et, selon M. Choffat, l'érosion « a dû faire disparaître de la contrée intermédiaire beaucoup plus de terrains liasiques qu'on ne l'a admis jusqu'à ce jour ¹ ».

Le Lias à faciès alpin n'apparaît que plus au sud, dans l'Algarve et en Andalousie.

1. CHOFFAT. — Coup d'œil sur les mers mésozoïques du Portugal. *Vierteljahrsschrift d. Natur. Ges. Zurich. Jahrgang XLI, 1896, p. 301.*

VI

JURASSIQUE MOYEN

Historique

Le Jurassique moyen du Sud de l'Aragon est encore fort peu connu. Santiago Rodrigéz, le premier [53], en 1851, en signala l'existence dans le district d'Albarracin et en particulier entre cette localité et le village de Torrès. Ce fait fut confirmé l'année suivante par de Verneuil et Collomb [61] : dans leur liste des fossiles jurassiques de l'Est de l'Espagne, ils indiquent plusieurs espèces de l'oolithe inférieure et de la grande oolithe trouvées à Albarracin et à Villar del Cobo.— Dans sa description de la province de Teruel, Vilanova [72] affirme l'existence de tous les étages de la série jurassique ; mais cette affirmation repose sur une longue liste de fossiles dont les déterminations sont parfois inexactes et elle n'est basée sur aucune coupe géologique. M. de Cortázar [27], en 1885, n'acceptait d'ailleurs qu'avec beaucoup de réserves les idées émises par Vilanova ; cependant dans sa belle monographie de la province de Teruel, il signale un certain nombre de fossiles qui montrent l'existence du Bajocien et probablement du Bathonien. Tout récemment M. Leandro Calvo [18] publia ses observations sur les environs d'Albarracin et montra, par une coupe très détaillée, que le Jurassique moyen est bien représenté dans la région ; malheureusement, si sa coupe est exacte au point de vue pétrographique, les déterminations du géologue espagnol doivent être souvent erronées ; la succession de

faunes qu'il indique ¹ est toute différente de la succession classique, qui, comme je le montrerai plus loin, se retrouve près d'Albarracin jusque dans ses moindres détails.

Avant d'étudier cette succession, j'indiquerai rapidement la distribution du Jurassique moyen dans le Sud de l'Aragon.

Distribution du Jurassique moyen.

I. CHAÎNE IBÉRIQUE. — Les affleurements du Jurassique moyen sont assez restreints dans cette région, où le Bajocien et le Bathonien ont été le plus souvent recouverts par le Crétacé et le Tertiaire. Le Toarcien des environs d'Obon et d'Alcaine est surmonté par 20 mètres de calcaires bajociens, supportant les grès néocomiens à Trigonies ; le Jurassique moyen se retrouve sur le flanc sud des anticlinaux d'Ariño et de Calanda ; il forme une partie de la Sierra de San Pedro et de la Sierra Ginebrosa.

II. CHAÎNE HESPÉRIQUE. — Le Jurassique moyen acquiert un beau développement dans toute cette cordillère et en particulier dans les Montes Universales. La carte Pl. II nous montre qu'il borde d'une façon ininterrompue les sédiments liasiques de la Sierra Menara et de la Sierra d'Albarracin ; sur les trois coupes qui suivent et qui sont prises dans cette bande continue en des points très éloignés, on peut constater que la puissance du Bajocien et du Bathonien dépasse souvent 60 mètres et atteint quelquefois 80 mètres.

A l'ouest de ce grand affleurement de Jurassique moyen, au milieu du plateau de Terriente et de Frias, formé par les calcaires

1. Pour M. Leandro Calvo le Jurassique moyen et supérieur présenterait, de bas en haut, la succession suivante :

Toarcien.

- I. — Zone à *Park. Parkinsoni*, *Perisph. Martusi*, *Steph. Humphriesianum*, *Sphæroceras Brongniarti*.
- II. — Zone à *Am. Backeriæ*, *Am. Gervillei* ?
- III. — Zone à *Am. Blagdeni*.
- IV. — Zone à *Am. Holandrei*, *Cosmoceras Duncani*, *Am. biflexuosus*.
- V. — Zone à *Am. Holandrei*, *Cidaris suevica*, *Rhynch. quadriplicata*.
- VI. — Zone à *Am. Lamberti*, *Am. perarmatus* ?
- VII. — Zone à *Tr. bisubfartata*, *Tr. decipiens*.
- VIII. — Zone à *Am. macrocephalus*, *Am. tumidus*, *Opp. Henrici*, *Am. canaliculatus*, *Reineckeia anceps*, *Am. oculatus*, *Am. hecticus*, *Am. cristagalli*.
- IX. — Zone à *Cnemidium rimulosum*, *Per. plicatilis*.

du Jurassique supérieur, j'ai observé quelques dépôts bajociens et bathoniens; ils occupent toujours le fond des vallées et offrent le plus souvent très peu d'étendue. Ils sont faciles à observer près de Toril, le long du vieux chemin de Terriente, où ils forment un petit anticlinal sur lequel repose le village, et à l'ouest de Frias, entre cette localité et Fuente Garcia (source du Tage); là, ils reposent sur le Toarcien fossilifère et sont surmontés par le Callovien, très net. En l'absence de toute carte topographique, je n'ai pu indiquer ces divers affleurements, qui sont, d'ailleurs, peu importants.

Le Jurassique moyen est également bien représenté dans la Sierra Javalambre et la Sierra Camarena; il constitue une grande partie du plateau jurassique de Sarrion et se retrouve dans la partie la plus élevée du massif montagneux, dont il forme les sommets entre Torrijas et Camarena. Les mêmes assises se suivent au nord jusque dans la Sierra de San Jaime, où M. de Cortázar a pu les étudier: elles sont particulièrement développées aux environs de Corbalan.

Sur le flanc oriental de la Sierra Palomera, au-dessus du Lias que j'ai décrit précédemment, j'ai observé un beau développement du Jurassique moyen, dont les assises peuvent se suivre parallèlement à la vallée du Jiloca depuis la Peña Palomera jusqu'au sud-est de Monreal del Campo. Au sud de la Peña, le Bajocien et le Bathonien se retrouvent de chaque côté de l'anticlinal liasique de Celadas, signalé dans le chapitre précédent; le flanc occidental de cet anticlinal est visible à l'est de Concud, dans le barranco Cueva rubia, où les marnes à *Hipparion gracile* reposent directement sur les calcaires à *Perisphinctes Martiusi*.

Descriptions locales.

I. — CHAÎNE HESPÉRIQUE

Je commencerai l'étude du Jurassique moyen par la description des environs de Jabaloyas. A l'est de ce village se trouve un ravin assez profond (barranco Canaleja), qu'on peut suivre pendant 4 kilomètres environ jusque près de la Masada de Ligros; ce ravin permet de faire l'étude de la série complète des assises jurassiques.

La coupe suivante, qui va du ravin Bobeda jusqu'à mi-chemin du barranco Canaleja, nous montre un très beau développement du Jurassique moyen.

1-3. — De la Masada de Ligros au Barranco Bobeda, j'ai observé les différentes assises du Jurassique inférieur, présentant les mêmes caractères pétrographiques et la même forme que dans toute la Sierra d'Albarracin (page 108). Ces assises, très puissantes à l'est du Barranco Bobeda, réapparaissent à l'ouest par suite d'une faille amenant une dénivellation de 60 mètres environ.

4. — Sur les marnes et calcaires marneux du Toarcien repose un calcaire compact, en bancs réguliers, de 15 mètres de puissance environ. A la partie supérieure de ces assises j'ai recueilli :

Cœloceras Bayleanum Opp.

» *Bigoti* Mun. Ch.

Par suite de la faille indiquée précédemment, ces assises affleurent dans le barranco Bobeda, où j'ai trouvé en place, dans les bancs inférieurs, un exemplaire de

Harpoceras Murchisonæ

Sow.

(variété à tours plats).

5. — Au-dessus, viennent 20 mètres de calcaire moins siliceux, moins compact et beaucoup plus fossilifère. A quelques mètres de

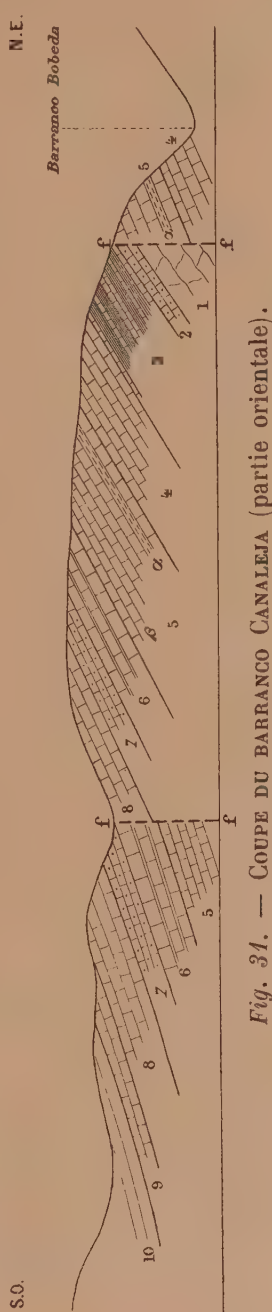


Fig. 34. — COUPE DU BARRANCO CANALEJA (partie orientale).

1 — Calcaire dolomitique de l'Infralias et du Sinémurien.

2 — Grès et marnes du Charmouthien.

3 — Marnes et calcaires marneux du Toarcien.

4 — Calcaires du Bajocien inférieur et moyen — 15 mètres.

5-6 — Calcaires du Bajocien supérieur (α , β , horizons très fossilifères) — 30 m.

7 — Calcaire gréseux non fossilifère — 6 m.

8 — Calcaire compact du Bathonien inférieur — 10 m.

9 — Calcaire fossilifère du Bathonien supérieur — 4 m.

10 — Callovien.

f, f, Failles.

Échelle approximative des hauteurs $\frac{1}{2,000}$; des longueurs $\frac{1}{7,500}$.

la base, j'ai observé un banc plus marneux qui m'a fourni la faune suivante :

- Cæloceras Braikenridgei* Sow.
- » *Blagdeni* Sow.
- » *subcoronatum* Opp.
- » *Humphriesianum* Sow.
- Sphæroceras Brongniarti* Sow.
- Terebratula perovalis* Sow.

Les assises moyennes sont pauvres en fossiles; mais, à 3 mètres de la partie supérieure, les bancs calcaires deviennent très fossilifères et renferment les nombreuses espèces suivantes :

- Oppelia subradiata* Sow.
- Sphæroceras Brongniarti* Sow.
- Cæloceras linguiferum* d'Orb., très abondant.
- » *Braikenridgei* Sow.
- Terebratula sphæroidalis* Sow.
- Rhynchonella plicatella* Sow.

6. — Les assises qui surmontent ces calcaires en sont un peu différentes au point de vue minéralogique; les bancs de calcaire deviennent plus épais et sont souvent séparés par des lits plus marneux; leur puissance totale est de 10 m., et la faune qu'ils renferment présente de très grandes analogies avec la précédente :

- Strigoceras Truelli* d'Orb.
- Cæloceras linguiferum* d'Orb.
- Perisphinctes Martiusi* d'Orb., abondant.
- » cf. *arbustigerus* d'Orb.
- Cosmoceras Garantianum* d'Orb.
- Rhynchonella plicatella* Sow.
- » *quadriplicata* Pict.

7-8. — Au-dessus j'ai observé 6 mètres de calcaire non fossilifère avec quelques bancs de calcaire gréseux à la base. Ces assises supportent 10 mètres de calcaire compact, dont les bancs supérieurs renferment la faune suivante :

- Cæloceras* cf. *rectelobatum* Hau.
- Perisphinctes Martiusi* d'Orb.
- Stephanoceras procerum* Schlœnb.

et les variétés désignées par M. Buckman ¹ sous les noms de

1. BUCKMAN. — The Morphology of *Stephanoceras zigzag*. — *Quart. Journal*, vol. 48, 1892.

« *Stephanoceras* » *subprocerum* Buckm.

— *pseudoprocerum* Buckm.

9. — Le Jurassique moyen se termine par 4 mètres de calcaire moins compact, très fossilifère, le plus souvent recouvert par les éboulis des assises supérieures riches en *Macrocephalites macrocephalus*. Toutefois, j'ai pu trouver en place plusieurs exemplaires de

Oppelia aspidoides Opp.

Ecotraustes serrigerus Waag.

— cf. *serrigerus* Waag.

qui montrent que les assises du Bathonien supérieur existent dans le barranco Canaleja.

De nombreuses petites failles, orientées sensiblement N.N.O.-S.S.E., c'est-à-dire parallèlement au massif silurien de Collado de la Plata, coupent les diverses assises du Jurassique moyen ; outre celle du barranco Bobeda, que j'ai citée plus haut et qui est de beaucoup la plus importante, je n'en n'ai indiqué qu'une seule dans la coupe précédente, mais leur nombre est relativement assez grand.

Le Bajocien et le Bathonien acquièrent donc un beau développement à l'est de Jabaloyas ; presque toutes les zones y sont fossilifères et nous montrent la succession des faunes observées dans les régions devenues classiques pour l'étude du Jurassique moyen ; si les assises à *Harpoceras concavum* et à *Witchellia Romani* ne m'ont fourni aucun fossile, elles doivent cependant exister, puisque la sédimentation a été continue dans la Chaîne Hespérique ; d'ailleurs la zone à *Witchellia* est très nette aux environs de Noguerra, comme le montre la coupe suivante prise à 2 kilomètres du village, le long du chemin qui conduit à Griegos (fig. 32).

1-2. — Les marnes et les calcaires marneux du Charmouthien et du Toarcien, avec leur faune habituelle, affleurent à l'ouest du petit Rio de Tramacastilla, dont le lit est creusé dans les calcaires dolomitiques de l'Infralias ou dans les marnes irisées du Trias supérieur.

Au-dessus du Toarcien, j'ai observé la succession suivante :

3. — Calcaire blanchâtre, se présentant en bancs très réguliers ; ces assises, le plus souvent recouvertes de buissons et d'arbustes, sont assez peu fossilifères ; j'y ai recueilli à la base :

Harpoceras Murchisonæ Sow.

Terebratula cf. *tetraedra* Sow.

4. — Calcaire en bancs moins épais, dont la partie supérieure est subbréchoïde, et est caractérisée par les espèces suivantes :

Witchellia du groupe de *Witchellia Romani* Opp.

Oppelia præradiata Douv.

Cœloceras Humphriesianum Sow.

5. — Calcaire blanc, moins compact, formant le sommet de la colline, dans lequel j'ai recueilli :

Cœloceras Braikenridgei Sow.

— *Daubenyi* Gemm.

— *Blagdeni* Sow.

Parkinsonia Parkinsoni Sow.

Terebratula sphæroidalis Sow.

Rhynchonella plicatella Sow.

O.

E.

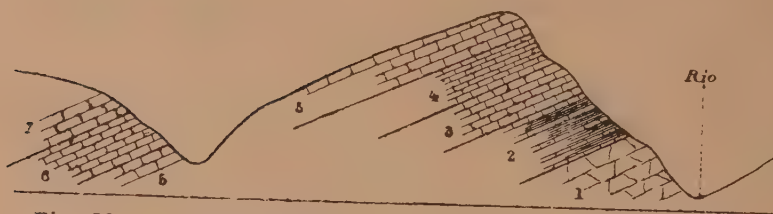


Fig. 32. — COUPE PRISE A 2 KILOM. A L'OUEST DE NOGUÉRA

1 — Calcaire dolomitique de l'Infralias et du Sinémurien.

2 — Marnes et calcaires marneux du Charmouthien et du Toarcien.

3 — Calcaire blanchâtre du Bajocien inférieur. 15 m.

4 — Calcaire siliceux du Bajocien moyen. 15 m.

5 — Calcaire du Bajocien supérieur. 12 m.

6 — Bathonien. 18 m.

7 — Callovien.

Échelle des longueurs et des hauteurs $\frac{1}{3000}$

6. — Calcaire compact, passant à un calcaire un peu ferrugineux. A la base, j'ai trouvé :

Sphæroceras Ymir Oppel

Rhynchonella plicatella Sow.

et à la partie supérieure :

Oppelia aspidoides Oppel

Sphæroceras microstoma d'Orb.

Ces dernières assises sont surmontées directement par les couches à *Macrocephalites macrocephalus*.

Je terminerai la description du Jurassique moyen des Montes Universales par l'étude rapide des environs d'Albarracin. Cette localité fut visitée par de Verneuil et tous les savants dont j'ai cité les travaux au commencement de ce chapitre; aussi est-elle devenue classique dans les descriptions du Jurassique de l'Aragon. La coupe suivante est prise le long de la route d'Albarracin à Torres ¹.

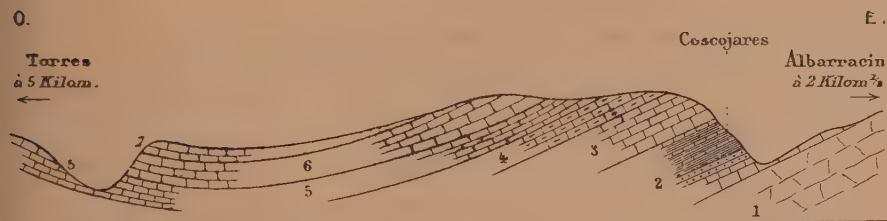


Fig. 33. — COUPE PRISE LE LONG DE LA ROUTE D'ALBARRACIN A TORRES

- 1 — Calcaire dolomitique. Sinémurien.
- 2 — Marnes et calcaires marneux. Lias moyen et supérieur.
- 3-5 — Calcaires du Bajocien 60 à 65 mètres.
- 6 — Bathonien 18 mètres.
- 7 — Callovien.

Echelle des longueurs $\frac{1}{25.000}$; des hauteurs $\frac{1}{6.000}$

1-2. — Sur le calcaire dolomitique du Jurassique inférieur, qui affleure à la sortie d'Albarracin, reposent les calcaires et les marnes du Lias moyen et du Lias supérieur, très fossilifères à Coscojares (voir page 106).

Le Toarcien supporte, en concordance de stratification, la succession d'assises suivante :

3. — Calcaire compact, en bancs très réguliers ; ces assises, puissantes de 30 mètres, forment au dessus du Toarcien un abrupt très net ; elles sont peu fossilifères et ne m'ont fourni que :

Cœloceras Bayleanum Opp.

Terebratula perovalis Sow.

recueillis presque à la partie supérieure.

4. — Calcaire subbréchoïde avec bancs plus siliceux (sur lequel

1. Une coupe, prise le long de la même route, a été publiée par M. Leandro Calvo [18], p. 333.

est bâtie la maison de Peones camineros), puissant de 15 mètres et renfermant la faune suivante :

Sphæroceras Brongniarti Sow.

Cæloceras Humphriesianum Sow.

Ancyloceras bispinatum Baugier et Sauzé.

5. — Calcaire blanc, fissile, quelquefois marneux, puissant de 18 mètres et assez fossilifère :

Oppelia subradiata Sow.

Cosmoceras Garantianum d'Orb.

Perisphinctes Martiusi d'Orb.

Rhynchonella plicatella Sow., très abondante dans certains bancs.

6. — Calcaire plus compact, en bancs plus épais et d'une puissance totale de 18 mètres. Ces assises ne m'ont fourni que quelques exemplaires de *Rhynchonella Morierei* Dav. ; mais de Verneuil y a recueilli *Perisphinctes arbustigerus* et *Sphæroceras bullatum* ; ces calcaires appartiennent donc au Bathonien.

Le sommet de la colline est formé par les calcaires calloviens, dans lesquels j'ai trouvé *Reineckeia anceps* typique.

La coupe se termine à 5 kilom. environ d'Albarracin ; en se dirigeant vers l'ouest on retrouve la même série qui, à 2 kilom. de Torres, vient s'appuyer sur le Trias et le Silurien de la Sierra Alta.

Les environs d'Albarracin nous offrent donc la succession normale des diverses assises du Jurassique moyen ; les calcaires 3 à 5 représentent le Bajocien et l'assise 6 correspond au Bathonien.

La description de ces trois coupes, prises dans des régions bien distinctes de la Sierra d'Albarracin, nous montre que le Bajocien et le Bathonien sont très développés dans la Chaîne Hespérique et y présentent les subdivisions suivantes :

Bajocien	{	1° Zone à <i>Harpoceras Murchisonæ</i> ;
		2° — <i>Witchellia</i> , <i>Oppelia præradiata</i> ;
		3° — <i>Cæloceras Bayleanum</i> , <i>Cæl. Bigoti</i> ;
		4° — <i>Cæloceras Braikenridgei</i> , <i>Cæl. subcoronatum</i> , <i>Sphæroceras Brongniarti</i> ;
		5° — <i>Oppelia subradiata</i> , <i>Strigoceras Truellei</i> , <i>Parkinsonia Parkinsoni</i> , <i>Cosmoceras Garantianum</i> , <i>Cæl. linguiferum</i> .
Bathonien	{	1° Zone à <i>Oppelia fusca</i> , <i>Stephanoceras procerum</i> , <i>Cæloceras cf. rectelobatum</i> ;
		2° — <i>Oppelia aspidoides</i> , <i>Sphæroceras microstoma</i> , <i>Sph. bullatum</i> .

Je n'ai trouvé nulle part aucun fossile caractéristique de la zone à *Harpoceras concavum* : cette zone, si constante en Angleterre et en France, a été signalée récemment par M. Nolan dans les Baléares, et par M. Larrazet dans la province de Burgos, au nord de la Chaîne Ibérique, où elle est très réduite et atteint à peine 1^m40 de puissance; elle existe probablement dans le Sud de l'Aragon, mais elle y serait représentée par des assises qui ne m'ont fourni aucun fossile.

SIERRA JAVALAMBRE et SIERRA CAMARENA. — Le Jurassique moyen est aussi très bien développé dans la Sierra Javalambre et la Sierra Camarena; il forme une grande partie des hauts plateaux calcaires qui s'étendent entre Camarena et Sarrion; là, comme dans la Sierra d'Albarraciu, c'est le Bajocien supérieur qui est toujours le plus fossilifère, et les espèces que j'y ai trouvées sont celles que j'ai citées précédemment. Près de Sarrion, à la Hoya de la Caridad, des calcaires un peu ferrugineux ont fourni à M. de Cortázar une faune très riche : *Oppelia subradiata*, *Strig. Truellei*, *Perisphinctes Martiusi*, etc., caractéristiques du Bajocien supérieur, avec *Cœloceras Humphriesianum* et quelques espèces des zones à *Cœloceras Sauzei* et *Witchellia Romani*.

SIERRA SAN JAIME. — Les mêmes assises peuvent se suivre vers le nord jusque dans la Sierra de San Jaime. Elles apparaissent nettement sur la route de Teruel à La Puebla de Valverde, où les calcaires bajociens sont recouverts en discordance par les poudingues tertiaires de la vallée du Guadalaviar; elles sont très fossilifères entre la Masada et la Casa de Peones camineros et m'ont fourni les fossiles caractéristiques du Bajocien moyen et supérieur. Plus au nord, aux environs de El Pobo, M. de Cortázar a signalé l'existence du Bathonien, reposant sur le Lias et recouvert par l'Oxfordien.

SIERRA PALOMERA. — Dans la Sierra Palomera, au-dessus du Jurassique inférieur que j'ai décrit dans le chapitre précédent (page 99, fig. 27), repose une puissante masse de calcaire facile à observer dans le barranco El Salto; ces assises, comprises entre le Toarcien et les poudingues tertiaires de la Virgen del Castillo, représentent le Bajocien et le Bathonien, comme l'indiquent les quelques fossiles caractéristiques que j'y ai recueillis (*Cœloceras Humphriesianum*, *Perisphinctes Martiusi*, *Sphæroceras Ymir*, etc.).

II. — CHAÎNE IBÉRIQUE

En étudiant l'extension du Jurassique moyen, j'ai déjà indiqué que le Bajocien et le Bathonien présentent très peu d'affleurements dans cette cordillère.

La coupe des environs d'Obon (fig. 28, page 104) montre, au-dessus du Toarcien, l'existence d'un calcaire compact, puissant de 15 à 20 mètres, qui m'a fourni plusieurs exemplaires de *Rhynchonella plicatella* et de *Terebratula perovalis* et dans lequel de Verneuil avait recueilli *Cœloceras linguiferum*.

Le Jurassique moyen est mieux développé au sud d'Arino ; la Sima de San Pedro est presque entièrement creusée dans les calcaires bajociens qui, sur les bords du rio Martin, recouvrent directement le Lias et renferment d'assez nombreux fossiles : *Cœloceras Blagdeni*, *Sphæroceras Gervillei*, *Perisphinctes Martiusi*, *Terebratula sphæroidalis*, etc.

Ces assises se poursuivent à l'est et se retrouvent sur le flanc méridional de l'anticlinal de Calanda ; le Bajocien y est bien représenté (voir coupe 37, page 145) et présente les différentes zones que j'ai signalées aux environs d'Albarracin ; le Bathonien est le plus souvent recouvert par les éboulis du Jurassique supérieur, mais j'ai pu recueillir en place « *Stephanoceras* » *procerum* et *Oppelia aspidoides* qui ne laissent aucun doute sur son existence dans la région.

Comparaison du Jurassique moyen du Sud de l'Aragon avec celui des régions voisines.

Les analogies que j'ai signalées, dans le chapitre précédent, entre les dépôts du Sud de l'Aragon et ceux des provinces voisines et, plus généralement, entre les conditions de sédimentation sur le bord de la Meseta et dans l'Europe occidentale, se retrouvent pendant toute la période du Jurassique moyen.

M. Larrazet¹, en effet, a montré récemment que le Bajocien du Nord de la Chaîne Ibérique est très complet et qu'il présente toutes les divisions classiques signalées dans le Bassin anglo-parisien et que nous avons retrouvées dans les Montes Universales ; toutefois

¹. LARRAZET. — Loc. cit., p. 233.

le Bathonien des environs d'Albarracin est mieux développé que celui de la province de Burgos, où M. Larrazet n'a trouvé que des fragments indéterminables d'Ammonites et de Rhynchonelles; mais, malgré l'absence de fossiles caractéristiques des zones à *Oppelia fusca* et *Oppelia aspidoides*, M. Larrazet considère qu'il n'y a pas eu d'arrêt dans la sédimentation depuis l'Infralias jusqu'au Callovien supérieur.

Les mêmes étages doivent se retrouver, avec la même faune, sur tout le bord oriental de la Meseta; mais, le plus souvent, le Bajocien et le Bathonien ont été réunis au Jurassique supérieur dans les monographies des diverses provinces d'Espagne. Cependant l'étude des listes de fossiles données par les géologues espagnols, et particulièrement par M. Mallada [48], prouve que le Bajocien présente une grande extension; celle du Bathonien paraît beaucoup plus faible, probablement parce que les calcaires de cet âge sont souvent très peu fossilifères.

La même succession d'assises s'observe en Portugal, au nord du Tage. M. Choffat¹ a montré que, dans cette région, les calcaires du Bajocien sont bien développés et assez fossilifères; les principales divisions qu'il a pu établir (1°, Niveau à *Harpoceras Murchisonæ*²; 2°, — *Sphæroceras Sauzei*; 3°, — *Hibolites Blainvillei*; 4°, — *Cæloceras Blagdeni*; 5°, — *Cæloceras Bayleanum*; 6°, — *Parkinsonia Parkinsoni*) sont caractérisées par des faunes tout à fait comparables à celles de la région d'Albarracin. La mer bajocienne, qui baignait le bord oriental de la Meseta et la recouvrait probablement en partie, s'étendait donc en Portugal dans toute la région située au nord du Tage³.

Les mêmes conclusions peuvent être vraisemblablement étendues à l'époque bathonienne, dont les sédiments, dans cette région portugaise, sont des calcaires blancs plus ou moins oolithiques, analogues aux calcaires bathoniens de la France et de l'Angleterre, mais dont la faune paraît assez pauvre (*Trichites bathonicus*, *Cidaris meandrina*, etc.)

Les études de M. Glangeaud montrent que le Jurassique moyen présente, en Aquitaine, la même succession de faunes que dans le

1. CHOFFAT. Terrains jurassiques du Portugal. Loc. cit.

2. M. Choffat place les couches à *Harpoceras Murchisonæ* à la partie supérieure du Toarcien.

3. L'affleurement bajocien de Cesareda, situé au nord du Tage, présente cependant, d'après M. Choffat, un faciès alpin très net.

Sud de l'Aragon. Les zones établies par M. Glangeaud existent dans la province de Teruel avec les mêmes Ammonites caractéristiques. Si l'on compare les fossiles des calcaires bajociens et bathoniens situés entre Fontenay et Chasseneuil et ceux que j'ai trouvés aux environs d'Albarracin, on est frappé des relations paléontologiques qui existent entre ces deux régions très éloignées.

Les mêmes relations se retrouvent, comme je l'ai déjà indiqué dans l'étude des coupes précédentes, entre les Ammonites des environs d'Albarracin et celles qui caractérisent le Jurassique moyen de la Normandie, d'une grande partie de la bordure jurassique du Bassin de Paris, et de la Souabe.

A l'époque du Jurassique moyen, le Sud de l'Aragon et ces diverses régions faisaient donc partie de la même grande province; cette idée était émise dès 1885 par Neumayr [49] : la liste des fossiles recueillies dans les provinces de Burgos et de Guadalajara lui faisait « conclure avec certitude à l'existence, dans la Chaîne Ibérique, de la zone jurassique de l'Europe moyenne ou zone extra-alpine ».

Cette zone est bien caractérisée par l'absence des genres *Phylloceras* et *Lytoceras*, dont aucun exemplaire, à ma connaissance, n'a été trouvé dans le Nord-Est de l'Espagne et qui sont au contraire représentés par de nombreuses espèces dans le Jurassique moyen de la province méditerranéenne. Mais, abstraction faite de ces deux genres spéciaux, la faune ammonitique des deux provinces est sensiblement la même. M. Haug a attiré mon attention sur les grandes analogies qui existaient, à l'époque du Jurassique moyen, entre la faune des environs d'Albarracin et celle des environs de Digne : dans les deux régions, l'une alpine, l'autre extra-alpine, nous trouvons les mêmes successions de zones, caractérisées par les mêmes genres d'Ammonites (avec la restriction précédente).

Dans la péninsule ibérique, la province méditerranéenne, à l'époque du Jurassique moyen, occupait à peu près le même emplacement qu'à l'époque liasique; en Portugal elle s'étendait au sud du Tage, dans l'Algarve et l'Arrabida, et s'avancait un peu au nord de Lisbonne (Cesareda); en Espagne, elle comprenait les Chaînes Subbétiques (provinces de Grenade, de Cordoue, etc.) et les courants alpins venaient probablement longer le littoral actuel des royaumes de Murcie et de Valence.

VII

JURASSIQUE SUPÉRIEUR

Je réunis dans un même chapitre les diverses observations que j'ai faites sur les différents termes du Jurassique supérieur ; cette série est bien développée dans le Sud de l'Aragon, et les étages qui la constituent : Callovien, Oxfordien, Rauracien, Séquanien et Kimeridgien, sont nettement représentés dans toute la région ; le Kimeridgien supérieur et le Portlandien seuls manquent ou ne sont pas fossilifères.

Historique.

Les différents géologues qui ont étudié la province de Teruel ont signalé la présence du Callovien et quelquefois de l'Oxfordien, qui sont souvent riches en fossiles ; mais l'existence des étages supérieurs a le plus souvent été méconnue.

En 1831, Santiago Rodriguez [53], dans son étude sur le district d'Albarracin, cite des fossiles du Jurassique supérieur trouvés entre cette ville et Torres et aux environs de Calomarde. Ces résultats furent confirmés par de Verneuil et Collomb [61] qui, la même année, reconnurent l'existence du Callovien et de l'Oxfordien dans les hauts plateaux des Montes Universales et en particulier aux environs de Calomarde, de Frias et de Villar del Cobo. — A la suite de leur voyage fait en Espagne en 1835, de Verneuil, Collomb et de Loriaire¹ signalèrent le Kimeridgien sur le flanc oriental de la Sierra Escorihuela et le Coralien sur les rives du Rio Arcos.

Vilanova [72], dans sa description régionale, indique l'existence de tous les étages du Jurassique supérieur, qui sont en effet tous représentés dans la longue liste de fossiles citée par ce géologue ;

1. Voir d'ARCHIAC. — Histoire des progrès de la géologie, vol. VII, p. 191.

malheureusement l'auteur ne donne, dans son ouvrage, aucune coupe stratigraphique; ses déterminations paléontologiques, comme j'ai déjà eu l'occasion de le dire précédemment, doivent être quelquefois erronées : on comprend difficilement que Vilanova ait pu trouver à Torrevelilla, « engagées dans les mêmes bancs, les ammonites du Néocomien, du Portlandien et du Kimeridgien ».

M. de Cortázar [27] est beaucoup plus prudent dans son travail sur la province de Teruel, qu'il avait cependant explorée avec soin; il déclare que ses études sur le terrain ont été trop rapides pour qu'il ait pu distinguer les divers étages du Jurassique supérieur et il décrit, dans un même chapitre intitulé Oxfordien, toutes les assises comprises entre le Toarcien et le Néocomien; mais les différentes listes de fossiles données par le savant ingénieur espagnol montrent que le Callovien, l'Oxfordien et le Rauracien existent dans la région. Si l'exposition des faits locaux est souvent, d'après l'auteur même, assez vague, l'existence du Jurassique supérieur dans les Chaînes Hespérique et Ibérique est très nettement indiquée.

Dans son étude sur les environs d'Albarracin, M. Leandro Calvo [18] donne une excellente coupe du Jurassique supérieur de Saldon; mais la succession des zones paléontologiques qu'il a observées (voir note infrapaginale, page 114) montre que ses déterminations sont souvent entachées d'erreurs; la succession des faunes aux environs de Saldon est en effet identique à celle qui a été signalée en France et en Souabe.

Distribution du Jurassique supérieur.

CHAÎNE IBÉRIQUE. — Le Jurassique supérieur est relativement rare dans cette région et les seuls affleurements que j'ai observés se trouvent sur le flanc méridional des anticlinaux d'Ariño et de Calanda : le Callovien et l'Oxfordien sont assez bien développés dans la Sierra de San Pedro et M. de Cortázar a signalé les mêmes assises au Puerto de Andorra, mais l'Oxfordien y est recouvert par le Cénomanién; plus à l'est, dans la Sierra Ginebrosa, j'ai relevé une coupe complète du Jurassique supérieur, qui acquiert un très beau développement entre Torrevelilla et La Ginebrosa.

CHAÎNE HESPÉRIQUE. — Le Jurassique moyen qui borde la Sierra Menera supporte une bande presque ininterrompue de Jurassique supérieur. Le Callovien et l'Oxfordien forment une grande partie de la plaine située à l'est d'Ojos Negros et qui, aux environs de

Pozuel, disparaît sous les grès calcarifères à *Ostrea flabellata*. La partie médiane du grand plateau dont Pozondon est le centre et qui s'étend entre la Sierra Menera et la Sierra Alta, est formée par les calcaires calloviens et oxfordiens, comme l'indiquent les rares fossiles trouvés dans cette région, où les coupes naturelles font presque entièrement défaut.

C'est plus au sud, sur la rive droite du cours supérieur du Guadalaviar, que le Jurassique supérieur atteint son plus beau développement ; il forme une grande partie de la région désignée communément sous le nom de Montes Universales. Sur les calcaires bathoniens que j'ai décrits dans le chapitre précédent repose une puissante masse de calcaires, de marnes et de grès du Jurassique supérieur, que j'ai suivie depuis Griegos et Guadalaviar jusqu'au sud de El Royo et dont les contours sont figurés sur la carte Pl. II ; ces calcaires forment une série de plateaux séparés par des vallées (barrancos) souvent étroites, dont la profondeur dépasse quelquefois 100 mètres et facilite beaucoup l'étude géologique de la région ; quelques lambeaux crétacés couronnent les plateaux les plus élevés de la contrée.

Le Jurassique supérieur contourne le massif ancien de Collado de la Plata et est assez développé aux environs de Rubiales et de El Campillo ; nous le retrouvons dans la Sierra Camarena, dans la Sierra Javalambre et surtout dans leurs nombreux contreforts, aux environs de Sarrion et à 2 kilom. à l'ouest de la Puebla de Valverde. Les observations de E. de Verneuil et de M. de Cortázar montrent que ces dépôts se suivent vers le sud jusque sur les rives du Rio Arcos, et vers le nord sur le flanc oriental des Sierras de Escorihuela et de San Jaime.

Enfin, dans la Sierra Palomera, j'ai pu observer une bande très nette de Jurassique supérieur, bien visible à l'ouest de Camañas et dont la direction générale N. N. O. - S. S. E. est celle de toute cette Sierra.

Descriptions locales.

Je commencerai l'étude du Jurassique supérieur par la description du district d'Albarracin, où, comme je l'ai dit plus haut, cette série atteint son plus beau développement. Le barranco de la Canaleja, qui nous a déjà fourni une bonne coupe du Jurassique moyen, nous donne également, dans sa partie occidentale, la série complète des assises du Jurassique supérieur représentées dans la région.

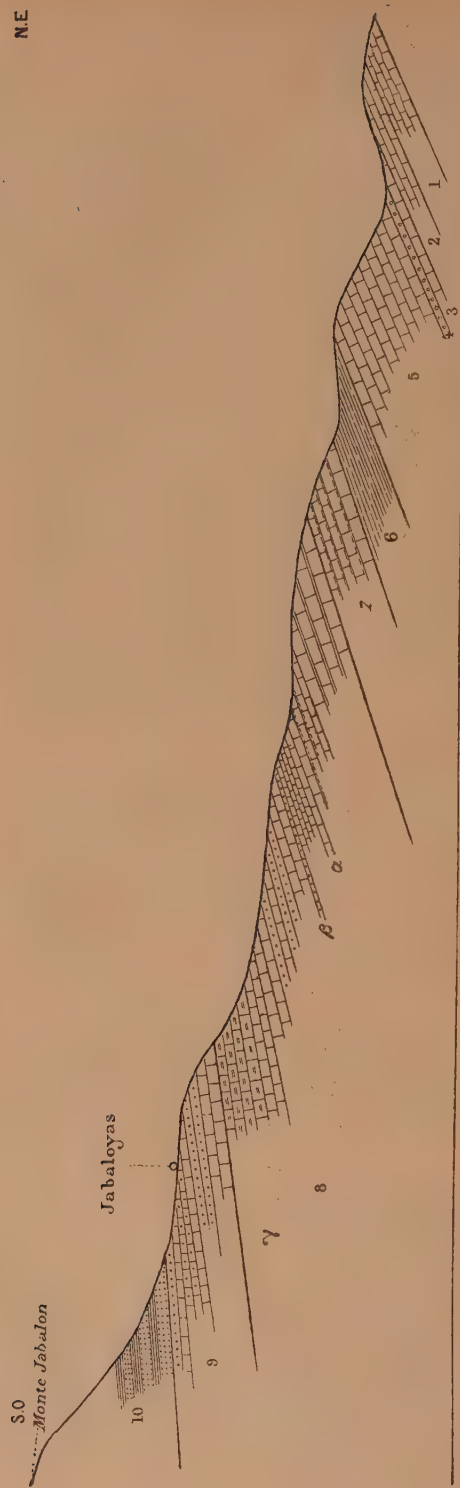


Fig. 34. — COUPE DU BARRANCO CANALEJA (partie occidentale).

1 — Bathonien.	7 — Rauracien. — Assises à <i>Ochetoceras Marantianum</i> . . .	12 m.
2 — Callovien inférieur. — Couches à <i>Macrocephalites macrocephalus</i> . . .	8 — Séquanien. — Calcaire avec quelques lits gréseux et marneux (α, β, γ , assises fossilifères). . .	60 m.
3 — Callovien moyen. — Couches à <i>Reineckeia anceps</i> . . .	9 — Kimeridgien ? — Grès et calcaires . . .	20 m.
4 — Oxfordien inférieur. — Calcaire oolithique à <i>Phylloceras tortisulcatum</i> . . .	10 — Crétacé.	
5 — Oxfordien moyen. — Assises à <i>Ochetoceras canaliculatum</i> . . .		
6 — Oxfordien supérieur. — Marnes à <i>Trochus impressa</i> . . .		
	Échelle des longueurs $\frac{1}{7,500}$; des hauteurs $\frac{1}{2,000}$	

1. — A la partie inférieure de la coupe, j'ai figuré les calcaires à *Oppelia aspidoides*, étudiés dans le chapitre précédent (page 115, fig. 31).

2. — Sur le Bathonien supérieur, j'ai observé un calcaire un peu ferrugineux, se présentant en bancs très réguliers et ayant environ 4 mètres d'épaisseur. Ces assises sont riches en fossiles et m'ont fourni :

Macrocephalites macrocephalus Schloth.

Æcotraustes conjungens Mayer

Oppelia subcostaria Opp.

Perisphinctes cf. *furcula* Neum.

» cf. *Recuperoi* Gemm.

Terebratulula dorsoplicata Suess

Les *Macrocephalites macrocephalus* sont surtout abondants à la partie supérieure, où ils atteignent des tailles relativement considérables.

3. — Sur ce Callovien inférieur repose 1 mètre de calcaire non ferrugineux, caractérisé par la faune suivante :

Macrocephalites macrocephalus Schloth., peu abondant.

Reineckeia anceps Rein.

et des *Perisphinctes* voisins de ceux de Balin¹ et de la Sicile².

Les assises 2 et 3 représentent donc nettement le Callovien inférieur et moyen.

4. — Le Callovien moyen supporte un calcaire oolithique, ferrugineux, épais d'environ 50 cm. et appartenant à l'Oxfordien inférieur. A la base, en effet, j'ai trouvé une faune assez riche :

Belemnites hastatus Blainv.

Phylloceras tortisulcatum d'Orb.

» *Lodaiense* Waag.

Perisphinctes du groupe de *Per. Backeriæ* Sow.

Perisphinctes cf. *subtilis* Neum.

— cf. *Sutneri* Choffat

La partie supérieure est plus ferrugineuse et renferme de nombreux débris de Crinoïdes (*Pentacrinus* et *Millericrinus*).

Ces assises de la base de l'Oxfordien reposent directement sur le Callovien moyen, sans interposition du Callovien supérieur, qui d'ailleurs semble manquer dans toute la région.

1. NEUMAYR. — Die Cephalopoden. — Fauna der Oolithe von Balin bei Krakau. — Abhandl. K. K. geol. Reichsanst., Bd V, 1871.

2. GEMMELLARO. — Sopra alcune faune giuresse e liasiche della Sicilia. — Zona con *Steph. macrocephalum* della Rocca chi parra presso Calatafimi, 1872.

5. — Elles sont surmontées par une masse assez puissante de calcaire souvent blanchâtre, quelquefois un peu marneux, mais le plus souvent compact, et renfermant de la base au sommet de nombreuses variétés de *Perisphinctes plicatilis*, associées aux formes suivantes :

Ochetoceras canaliculatum Buch

Oppelia Arolica Opp.

Aspidoceras Ægir Opp.

Perisphinctes Pralairei E. Favre

» *Lucingensis* E. Favre

Rhynchonella trilobata Zieten

Ces assises m'ont fourni en outre de nombreux *Spongiaires* indéterminables, qui sont particulièrement abondants dans plusieurs bancs situés au milieu de la série. Le grand développement de *Spongiaires* à ce niveau n'est pas particulier au Sud de l'Aragon ; il est assez général dans l'Europe occidentale pour que quelques géologues aient proposé pour ces assises le nom de *Spongitien*.

6. — L'Oxfordien se termine par des marnes épaisses de 12 mètres environ, qui deviennent de plus en plus calcarifères à mesure qu'on s'élève dans la série et qui passent insensiblement aux calcaires rauraciens. Ces marnes sont très fossilifères et contiennent la faune de la partie supérieure du « Jura blanc α »¹ de Souabe :

Trochus impressæ Qu.

Muricida semicarinata Qu.

Cucullæa concinna Qu.

Turbinolia impressæ Qu.

Stephanophyllia florealis Qu.

Apiocrinites impressæ Qu.

Pentacrinites subteres Qu.

Avec ces formes, j'ai recueilli de très nombreuses *Ammonites* ferrugineuses, dont la détermination exacte ne pourra être faite que quand M. Pompeckj aura publié la revision des *Ammonites* de Quenstedt. J'ai pu cependant distinguer les espèces suivantes figurées par Quenstedt :

Ammonites (*Oppelia*) *Pichleri* Opp.

» *complanatus* Qu.

» (*Oppelia*) *flexuosus costatus* Qu.

» (*Perisphinctes*) *convolutus* Qu.

» du gr. de *Ochetoceras canaliculatum*.

¹ QUENSTEDT. — Der Jura, p. 571 et pl. 79.

avec *Peltoceras* sp.

Aspidoceras sp.

Belemnites cf. *hastatus* Bl.

» *Monsalvensis* Gill.

» *Sauvaneus* d'Orb.

» cf. *Argovianus* May.

Je n'ai jamais rencontré dans ces marnes, que j'ai étudiées dans plusieurs localités différentes, ni *Aulacothyris impressa*, ni *Cardioceras alternans*, qui caractérisent en Souabe et en Argovie les assises de même âge; toutefois les ressemblances, au point de vue pétrographique et paléontologique, entre l'Oxfordien supérieur de Souabe et d'Argovie et celui des Montes Universales sont tout à fait frappantes, et depuis longtemps déjà M. Haug a attiré mon attention sur ce point.

Parmi les nombreuses Ammonites que j'ai recueillies à ce niveau (plus de 150 échantillons), je n'ai observé aucun *Phylloceras*.

7. — Les marnes à *Trochus impressæ* sont surmontées par 12 mètres de calcaire se présentant en bancs de 30 à 40 cm. de puissance, séparés par des lits de calcaire marneux moins épais. Cette zone est assez peu fossilifère; j'y ai toutefois recueilli :

Ochetoceras Marantianum d'Orb.

Perisphinctes virgulatus Qu.

et à la partie supérieure un *Aspidoceras* spécifiquement indéterminable.

Ces bancs calcaires correspondent donc nettement au Rauracien.

8. — Les assises rauraciennes passent insensiblement à une masse puissante de calcaires plus ou moins marneux, plus ou moins gréseux, mais dans laquelle les bancs fossilifères sont très rares. Les 20 mètres de la base sont formés par des lits assez peu épais de calcaire marneux. Ces assises, non fossilifères, sont surmontées par 2 mètres de calcaire plus marneux (α) qui m'ont fourni :

Lima Quenstedti Moesch

Pholadomya cf. *Protei* Brongn.

Mactromya rugosa Ag.

Terebratulula bisuffarcinata Qu.

» *subsella* Leym.

» *moravica* Glocker

J'ai observé, quelques mètres plus haut, un banc de grès (β) renfermant de nombreux débris d'Huitres indéterminables, surmonté

par 20 mètres environ de calcaires avec intercalations de bancs gréseux non fossilifères.

Enfin la partie supérieure de la série est formée par 15 à 16 mètres de calcaire un peu marneux, se présentant souvent avec une apparence bréchoïde due à l'inégale répartition des marnes dans un même banc. Ces assises renferment :

Terebratula subsella Leym.

» cf. *Bourgueti* Etallon

» cf. *cincta* Cotteau

Rhynchonella pinguis Rœm.

Pseudocidaris mammosa de Loriol

Cidaris glandifera Goldf., radioles.

Cidaris sp., radioles.

Les radioles de *Cidaris glandifera* sont particulièrement abondants. Ces calcaires appartiennent donc nettement au Séquanien ; ils en forment d'ailleurs peut-être la partie terminale. En effet, à 2 kilomètres au sud-est de la coupe, après avoir traversé le Monte Jabalon, on retrouve les mêmes assises qui affleurent le long du sentier conduisant à Cañegral ; à leur partie supérieure, les calcaires deviennent plus marneux et renferment :

Pseudocidaris cf. *Thurmanni* Etallon

Cidaris sp., radioles.

ces bancs supérieurs pourraient donc représenter la base du Kimeridgien.

9. — Sur les assises à *Cidaris glandifera* reposent, en concordance de stratification, des calcaires compacts, des grès et des calcaires gréseux, sur lesquels est construit le village de Jabaloyas. Ces couches sont peu fossilifères ; quelques bancs renferment :

Ostrea cf. *Matronensis* de Loriol

Ostrea cf. *Bruntrutana* Thurmann

Les calcaires compacts sont quelquefois riches en *Polypiers*, avec moules de *Nérinées* ; il semble donc qu'à la fin de la période jurassique il y ait eu, dans la région, une tendance à la formation de calcaires zoogènes ; le même fait a d'ailleurs été signalé en Souabe.

Bien que la faune de ces calcaires et de ces grès soit peu caractéristique, il me semble que l'on peut rapporter au Kimeridgien ces diverses assises immédiatement supérieures aux calcaires à *Pseudocidaris Thurmanni*.

10. — Les grès de Jabaloyas sont recouverts par une puissante masse de sables et de marnes, dont la partie moyenne renferme de nombreuses *Ostrea flabellata*. En l'absence de fossiles dans la partie

inférieure de cette masse, je ne puis indiquer nettement la limite du Jurassique et du Crétacé. Je n'ai d'ailleurs observé aucune discordance de stratification entre les assises nettement jurassiques et celles qui appartiennent incontestablement au Crétacé; l'inclinaison des différentes assises du Jurassique supérieur diminue progressivement; à Jabaloyas, les grès sont à peine inclinés de 5° vers le sud-ouest et les calcaires du Crétacé supérieur sont sensiblement horizontaux.

Je rapporterai provisoirement au Crétacé les sables et les marnes de la base du Monte Jabalon, dont les parties moyenne et supérieure sont nettement cénomaniennes.

Dans son travail sur les environs d'Albarracin, M. Leandro Calvo est arrivé à des conclusions toutes différentes. Il considère les assises à *Perisphinctes plicatilis* comme formant la partie terminale du Jurassique et il rapporte au Crétacé inférieur toutes les couches comprises entre les marnes à *Trochus impressæ* et les sables du Monte Jabalon (nos 5 et 9 de la coupe). Les faunes que j'ai décrites précédemment montrent que cette attribution est erronée; d'ailleurs l'auteur ne cite comme fossile, dans cette masse dont il évalue l'épaisseur à plus de 100 mètres, que des radioles de *Cidaris clunifera*; or le *Cidaris clunifera*, décrit par Sharpe¹ dans ses études sur le Secondaire du Portugal, n'est autre que *Pseudocidaris Thurmanni* du Kimeridgien².

La description des environs de Jabaloyas nous montre donc que le Jurassique supérieur est bien développé dans cette région et y présente les subdivisions suivantes :

- 1° Callovien inférieur fossilifère à *Macrocephalites macrocephalus*;
- 2° Callovien moyen à *Reineckeia anceps*;
- 3° Oxfordien inférieur à *Phylloceras tortisulcatum* et *Ph. Lodaiense*.
- 4° Oxfordien moyen à *Ochetoceras canaliculatum* et *Oppelia Arolica*.
- 5° Oxfordien supérieur à *Trochus impressæ* et Ammonites ferrugineuses.
- 6° Rauracien avec *Ochetoceras Marantianum*.
- 7° Séquanien à *Terebratula subsella* et *Pseudocidaris mammosa*.
- 8° Kimeridgien à *Pseudocidaris* cf. *Thurmanni* et *Ostrea* cf. *matronensis*.

Nous retrouvons la même succession d'assises avec la même

1. SHARPE. — On the Secondary Rocks of Portugal. — *Proced. Geol. Soc. London*, t. VI, fig. 197. 1849.

2. COTTEAU. — *Pal. fr.* — Terrains jurassiques, t. X, 2° partie, p. 32.

faune dans tous les Montes Universales, et si quelques horizons paraissent manquer dans plusieurs localités, cela tient uniquement à leur pauvreté en fossiles; mais les zones suivantes, qui sont les plus fossilifères et par conséquent les plus faciles à observer, se retrouvent avec une grande constance dans toute la région :

a. — Callovien inférieur partout très riche en *Macrocephalites macrocephalus*.

b. — Oolithe ferrugineuse de l'Oxfordien inférieur; cette assise, dont l'épaisseur ne dépasse jamais 50 centim., est visible dans un grand nombre de barrancos.

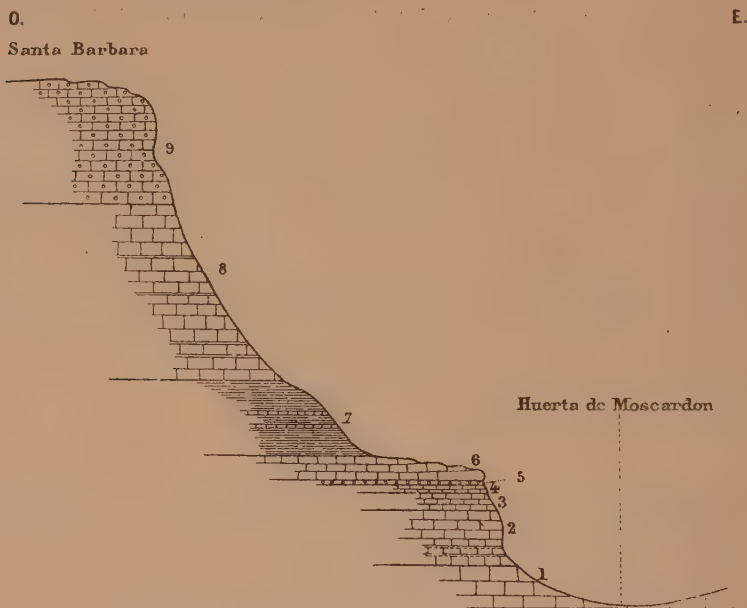


Fig. 35. — COUPE PRISE AU NORD DE MOSCARDON.

1 — Bajocien.	
2 — Bathonien.	16 m.
3 — Callovien inférieur. — Calcaire à <i>Macr. macrocephalus</i> .	4 m.
4 — Callovien moyen. — Calcaire à <i>Reineckeia anceps</i> .	1 m.
5 — Oxfordien inférieur. — Calcaire oolithique à <i>Phyllocerastortisulcatum</i> .	0 50.
6 — Oxfordien moyen. — Calcaire à <i>Perisphinctes plicatilis</i> .	5 m.
7 — Oxfordien supérieur. — Marnes à Ammonites ferrugineuses.	20 m.
8 — Rauracien et Séquanien inférieur. — Calcaire à Brachiopodes (recouvert par des éboulis)	45 m.
9 — Séquanien. — Calcaire oolithique à <i>Cidaris glandifera</i> .	30 m.

Echelle des hauteurs $\frac{1}{2,000}$

- c. — Assises à *Ochetoceras canaliculatum*, *Perisphinctes plicatilis*.
d. — Calcaire séquanien à radioles de *Cidaris glandifera*.

La coupe précédente (fig. 35), prise un peu au nord de Moscardon, perpendiculairement au chemin de Calomarde, nous montre la constance de ces diverses zones fossilifères.

Le barranco au fond duquel se trouve la huerta de Moscardon, est formé en grande partie par les calcaires bajociens et bathoniens fossilifères, sur lesquels reposent le Callovien inférieur et moyen, présentant les mêmes caractères et sensiblement la même épaisseur qu'à Jabaloyas. L'assise à *Reineckeia anceps* paraît cependant plus fossilifère et m'a fourni la faune suivante :

Reineckeia anceps Rein.

Lunuloceras lunula Ziet.

Perisphinctes subtilis Neum.

Terebratulula dorsoplicata Suess

L'oolithe ferrugineuse de l'Oxfordien inférieur, aussi fossilifère qu'à Jabaloyas, affleure presque à la partie supérieure du barranco et est recouverte par 5 mètres de calcaire blanchâtre à nombreux *Perisphinctes plicatilis*. Ces calcaires forment un petit plateau supportant les marnes à *Trochus impressæ* et à petites Ammonites ferrugineuses. Le Rauracien et la partie inférieure du Séquanien ne m'ont pas fourni de fossiles; ils sont d'ailleurs recouverts par les éboulis des assises supérieures, formées de calcaires oolithiques avec plusieurs bancs à nombreux radioles de *Cidaris glandifera*. Ces calcaires oolithiques forment le sommet du plateau et le Kimeridgien manque certainement aux environs de Moscardon.

Dans toute la région comprise entre Jabaloyas et Moscardon, le Rauracien et le Séquanien sont bien développés et atteignent une puissance totale de 70 à 75 mètres. Cette puissance diminue quand on se dirige vers le nord-est, et à Griegos elle est déjà inférieure à 50 mètres. La coupe suivante, qui va du plateau de Noguera à la Muela de San Juan, nous montre la disposition et la puissance des diverses zones dans les environs de Griegos et à Villar del Cobo.

Lorsqu'on suit le chemin de Noguera à Griegos, après avoir traversé les assises du Jurassique moyen figurées dans la coupe 32, page 120, on parcourt pendant plusieurs kilomètres un plateau couvert de sapins ou de maigres cultures et formé en grande partie par les calcaires marneux du Toarcien et les calcaires du Bajocien ramenés par une faille. A 2 kilom. au nord-est de Griegos,

N.E.

S.O.

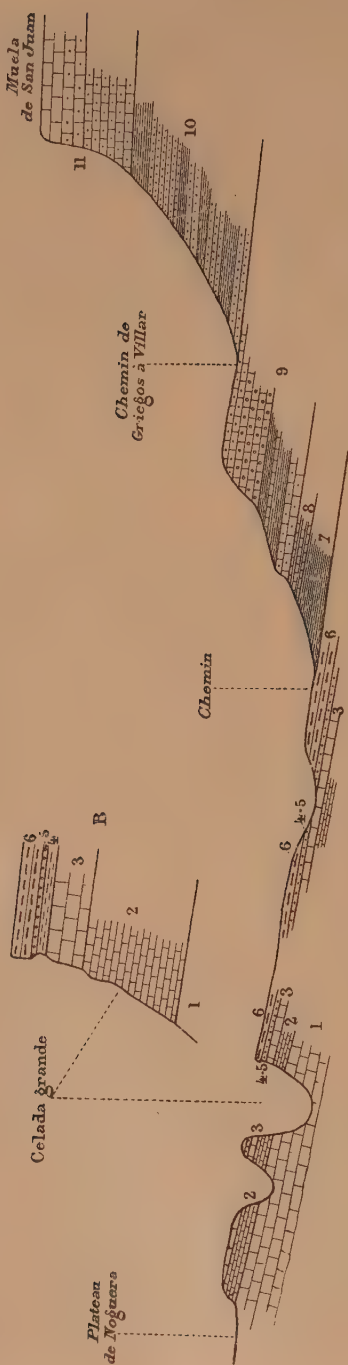


Fig. 36. — COUPE DU PLATEAU DE NOGUERA A LA MUELA DE SAN JUAN,
PRISE UN PEU AU SUD DE GRIEGOS

1 — Bajocien	25 ^m	8 — Rauracien. Calcaire marneux	10 ^m
2 — Bathonien.	12 ^m	9 — Séquanien. Marnes et calcaire oolithique à Térébratules et Pectens	50 ^m
3 — Callovien inférieur. Couches à <i>Macr. macrocephalus</i>	6 ^m	10 — Crétacé inférieur. Marnes et grès versicolores	80 ^m
4 — Callovien moyen. Couches à <i>Reineckeia anceps</i>	0 ^m 40	11 — Cénomannien. Grès et calcaires à <i>Ostrea flabellata</i>	60 ^m
5 — Oxfordien inférieur. Calcaire oolithique à <i>Phylloceras tortulicatum</i>	0 ^m 80		
6 — Oxfordien moyen. Calcaire à <i>Per. plicatilis</i>	12 ^m	B. Coupe de Celada grande.	
7 — Oxfordien supérieur. Marnes à Ammonites pyritiques.	13 ^m		
		Echelle des hauteurs $\frac{1}{5,000}$; des longueurs $\frac{1}{45,000}$	

les couches s'inclinent vers le sud-ouest et peuvent facilement s'observer, grâce à plusieurs Celadas (cuvettes) creusées sur le bord du plateau ; la Celada grande, figurée dans la coupe 36, permet l'étude de toutes les assises comprises entre le Bajocien moyen et les calcaires à *Perisphinctes plicatilis*.

1-2. — Les calcaires du Jurassique moyen, qui affleurent au fond de la cuvette, se présentent avec les mêmes caractères pétrographiques et la même faune que ceux des environs de Noguerra (page 120, fig. 32).

Dans la Celada grande, en particulier, j'ai relevé la succession suivante ; (voir fig. 36, B).

3. — Sur le Bathonien supérieur reposent 6 mètres de calcaire blanchâtre, en bancs assez minces ; la faune de ces calcaires est celle du Callovien inférieur :

Macrocephalites macrocephalus Schl., très abondant.

Hecticoceras cf. *hecticum* Rein.

Perisphinctes Recuperoi Gemm.

» *variabilis* Lahusen

et nombreux *Perisphinctes* de la faune de Balin :

Perisphinctes furcula Neum.

» *evolutus* Neum.

» *Balinensis* Neum.

avec *Terebratula dorsoplicata* Suess, très abondante.

Un peu plus au nord les assises à *Macrocephalites macrocephalus* forment la partie supérieure du plateau qui descend vers l'arroyo de Griegos ; il est alors facile de recueillir en très peu de temps de nombreux exemplaires des fossiles précédents, accompagnés des espèces suivantes :

Sphæroceras bullatum d'Orb.

» *microstoma* d'Orb.

Hecticoceras Girodi Bonarelli

Terebratula intermedia Sow.

Zeilleria hypocirta Desl.

Aulacothyris pala Buch

Rhynchonella Fischeri Rouil.

» *spathica* Lamk.

» *Royeriana* d'Orb.

4. — Le Callovien moyen est représenté par 0 m. 40 de calcaire marneux, très fossilifère dans la Celada grande et dans lequel j'ai recueilli :

Reineckeia anceps Rein.

» nov. sp.

Lunuloceras punctatum Stahl

» *pseudopunctatum* Labusen

» *lunula* Zieten

» cf. *lunula* Zieten

» *Brighti* Pratt

» *metomphalum* Bonarelli

Strigoceras pustulatum Rein.

Perisphinctes subtilis Neum.

» *evolutus* Neum.

» cf. *Balinensis* Neum.

» cf. *curvicosta* Oppel

» cf. *Mosquensis* Fisch.

» cf. *subaurigerus* Teisseyre

» cf. *Rossiensis* Teisseyre

et nombreuses *Terebratula dorsoplicata* Suess

» *intermedia* Sow.

Aulacothyris pala Buch

Rhynchonella spathica Lamk.

La présence de *Reineckeia anceps* me fait rapporter cette faune au Callovien moyen ; les *Lunuloceras* cités précédemment se trouvent dans le Callovien moyen et le Callovien supérieur, et les *Perisphinctes* présentent beaucoup d'analogies avec ceux de Balin et avec ceux qui proviennent des « Ornatenthone » du gouvernement de Rjasan ¹.

5-6. — L'Oxfordien inférieur présente les mêmes caractères minéralogiques et paléontologiques qu'à Jabaloyas ; mais il est plus réduit, et sa puissance ne dépasse pas 20 centimètres. Il est surmonté par des calcaires blancs formant une partie du plateau qui descend vers la Muela ; ces calcaires renferment *Perisphinctes plicatilis* et ses nombreuses variétés, associés à des formes caractéristiques des assises de Birmensdorf ² :

1. L. TEISSEYRE. — Ein Beitrag zur Kenntniss der Cephalopodenfauna der Ornatenthone im Gouvernement Rjasan (Russland) — *Sitzb. der K. Akad. der Wissensch.* Bd. LXXXVIII, 1883.

LAHUSEN. — Die Fauna der jurassischen Bildungen des Rjasanschen Gouvernements. — *Mém. Com. géol. Russie*, vol. I, 1883.

2. BUKOWSKI. — Ueber die Jurabildungen von Czenstochau in Polen. — *Beitr. z. Pal. Oesterreich-Ungarns.* Bd. V.

Perisphinctes Birmensdorffensis Moesch

» cf. *consociatus* Buk.

» cf. *Michalskii* Buk.

Pholadomya acuminata Hartmann

7. — Les calcaires précédents supportent des marnes assez puissantes, bien développées près de la petite ferme qui se trouve à mi-chemin de Griegos à Villar del Cobo; elles forment la plaine cultivée de Griegos et se retrouvent entre Villar et Guadalaviar, où j'ai recueilli les mêmes Ammonites pyriteuses et les mêmes Bélemnites qu'à Jabaloyas.

8-9. — La partie supérieure de ces marnes devient plus calcarifère et représente vraisemblablement le Rauracien; mais je n'ai trouvé aucun fossile dans ces dernières assises, qui reposent nettement sur l'Oxfordien supérieur et sont recouvertes par le Séquanien. Cet étage débute par des bancs de calcaire gréseux, puissants de 8 mètres et renfermant :

Terebratula subsella Leym.

» *bisuffarcinata* Zieten

Au-dessus viennent des marnes, avec intercalation de quelques bancs de grès, qui renferment d'assez nombreux *Pecten*.

Ces marnes supportent 25 mètres de grès et de calcaire oolithique, identique à celui qui, près de Calomarde, forme le plateau de Santa Barbara et renferme des radioles de *Cidaris glandifera*. Bien que je n'y aie trouvé aucun fossile près de Griegos, je n'hésite pas à synchroniser ces assises avec celles de Calomarde, à cause de leur identité de position stratigraphique et de faciès. C'est sur ces grès et ces calcaires qu'est bâti le village de Griegos.

Le Séquanien est recouvert par un ensemble puissant de sables et de marnes versicolores qui forment le pied de la Muela de San Juan et qui passent insensiblement aux assises cénomaniennes à *Ostrea flabellata*; cette succession est identique à celle que j'ai signalée à Jabaloyas : dans les deux localités, l'absence de fossiles empêche d'indiquer avec précision la limite du Jurassique supérieur, que j'ai déjà placée provisoirement à la base des sables versicolores.

MONTES UNIVERSALES. — L'étude détaillée des environs de Jabaloyas et de Griegos me permettra de décrire très rapidement les différentes coupes du Jurassique supérieur que j'ai relevées dans les Montes Universales.

De Villar del Cobo à Guadalaviar, la succession est identique à celle que je viens d'indiquer entre le plateau de Noguera et la

Muela de San Juan ; dans les deux coupes, on retrouve les mêmes assises également puissantes et toujours avec les mêmes faunes.

Le Jurassique supérieur est bien développé entre Villar del Cobo et Frias ; la partie supérieure des collines qui s'étendent entre ces deux villages est formée par les grès et les calcaires oolithiques du Séquanien, identiques à ceux de Moscardon et renfermant quelques *Acteonina* ; les calcaires rauraciens et les marnes à *Ammonites pyriteuses* sont constamment visibles de chaque côté du sentier qui réunit les deux villages ; l'Oxfordien moyen et inférieur et le Callovien affleurent dans le profond ravin situé au nord de Las Casas.

La succession des divers étages jurassiques est plus nette encore entre Calomarde et Frias : j'ai relevé, entre ces deux villages, la coupe complète du Jurassique depuis les marnes irisées du Trias jusqu'au calcaire oolithique séquanien, avec horizons fossilifères le plus souvent assez riches.

Si l'on va de Toril à Terriente en suivant le vieux chemin, on observe un petit anticlinal local dont l'axe est formé par l'Oxfordien inférieur et dont le flanc septentrional montre un beau développement d'Oxfordien supérieur et de Rauracien ; un lambeau crétacé, limité au sud et au nord par deux petites failles, interromp la continuité des assises jurassiques que l'on observe de nouveau tout près de Terriente.

Le village de Toril est bâti au fond d'un barranco, sur les assises à *Macrocephalites macrocephalus* ; ce ravin est d'ailleurs tout à fait semblable au barranco Canaleja et la coupe de Toril au Monte Jabalon est identique à celle des environs de Jabaloyas (coupe 34, page 130), mais montre de petites failles ramenant plusieurs fois les calcaires calloviens.

Le Jurassique supérieur est encore très développé au sud-ouest du Monte Jabalon, dans les environs d'Arroyo Frio, de Cañegral et d'Alobras ; ce dernier village est bâti sur les calcaires séquaniens à *Cidaris glandifera*, qui forment le sommet du plateau s'étendant vers le sud-est ; en descendant de ce plateau vers El Cuervo, construit sur les calcaires dolomitiques de l'Infralias, on observe encore la série jurassique complète.

Les calcaires séquaniens, avec les mêmes fossiles, se retrouvent plus au sud, aux villages mêmes de Veguillas et de El Royo ; une coupe E.-O., prise un peu au nord de cette dernière localité, rappelle trait pour trait celle du Monte Jabalon au ravin Canaleja (fig. 34), et si l'on descend du plateau de El Royo dans la vallée triasique de Salvacañete (province de Cuenca), on traverse encore toutes les

assises jurassiques, présentant toujours la même succession, les mêmes faunes et les mêmes faciès.

Le Jurassique supérieur s'observe donc, avec des caractères constants, dans tout le haut plateau des Montes Universales.

Les eaux qui ont déposé les sédiments que je viens de décrire contournaient l'extrémité de la Chaîne Hespérique; si le Jurassique supérieur est quelquefois caché par le Tertiaire, comme dans la vallée du Turia, nous le voyons réapparaître aux environs de Rubiales et de El Campillo, à l'est du massif ancien de Collado de la Plata. De Rubiales à ce massif ancien, la succession est identique à celle qu'on observe du massif ancien à Jabaloyas (voir fig. 31 et 34); la série jurassique est la même sur les deux flancs de l'anticlinal.

Le plateau jurassique de El Campillo est formé en grande partie par les calcaires calloviens; à 2 kilom. au N. O. de ce village, près du chemin qui conduit à Bezas, j'ai observé dans un petit ravin les calcaires à *Macrocephalites macrocephalus* et *Terebratula dorsoplicata*, recouverts par des débris de quartzites siluriens provenant de Collado de la Plata.

SIERRA JAVALAMBRE. — Sur les assises bathoniennes décrites dans le chapitre précédent (page 123) repose une puissante masse de calcaires du Jurassique supérieur, bien développée aux environs de la Puebla de Valverde et de Sarrion.

La route de Teruel à Sarrion est établie, en grande partie, sur un plateau jurassique assez difficile à étudier à cause de la rareté des ravins; mais, à 14 kilomètres environ de Teruel, près de Las Masadas del Puerto, un petit barranco m'a permis de relever la succession suivante :

1° Calcaires à *Perisphinctes plicatilis* d'Orb., *Per. cf. Airoidii* Gemm;

2° Calcaires à *Peltoceras Fouqueti* Kilian;

3° Calcaires à *Oppelia* sp. et *Perisphinctes* voisins de ceux que Gemmellaro¹ a décrits dans la zone inférieure de l'horizon à *Aspidoceras acanthicum* de Sicile.

Le plateau de Sarrion, et particulièrement les environs de la Hoya de la Caridad, montrent un beau développement du Callovien et de l'Oxfordien, très bien décrits par M. de Cortázar, qui y signale la présence de *Macrocephalites macrocephalus*, *Reineckeia anceps*, *Lunuloceras lunula*, *Perisphinctes Backeriæ*, *Per. plicatilis* (espèces que j'ai toutes retrouvées dans l'un de mes voyages). Le même auteur a suivi ces calcaires jusque sur les bords des rios Arcos et Albentosa et y a

1. GEMMELLARO. — Sopre alcune faune giuresse e liasiche della Sicilia, p. 173.

recueilli la même faune. La série se termine par des marnes feuilletées et des grès kimeridgiens, où de Verneuil, Collomb et de Lorière ont trouvé : *Ceromya excentrica* Agass., *Natica elegans* Sow., *Pholadomya Protei* DeFr.

Les mêmes assises se retrouvent, beaucoup plus au nord, dans les Sierras de San Jaime et Escorihuela; l'Oxfordien et le Rauracien fossilifères sont surmontés par des calcaires et des grès micacés à *Ceromya excentrica* Agass. et *Pinnigena Saussurei* d'Orb. ¹.

SIERRA PALOMERA. — J'ai observé une succession complète du Jurassique supérieur aux environs de Camañas. Si l'on prolonge vers l'est la coupe de la rambla El Salto (fig. 27), on voit, au-dessus des calcaires du Jurassique moyen que j'ai décrits précédemment (page 123):

1° Des poudingues et des marnes rouges miocènes qui, à la Virgen del Castillo, reposent horizontalement sur le Jurassique redressé et sont bien visibles dans le Barranco rubio.

2° Les calcaires du Jurassique supérieur formant un plateau couvert d'arbustes et peu facile à étudier par suite de l'absence de ravins; j'y ai cependant trouvé un certain nombre de fossiles parmi lesquels je citerai *Macrocephalites macrocephalus*, quelques *Perisphinctes plicatilis* et des radioles de *Cidaris glandifera*; les assises séquanienues sont très développées à l'ouest de Camañas.

SIERRA MENERA. — Les calcaires bathoniens d'Ojos Negros (coupe 29, page 107) sont surmontés par le Callovien, bien visible à l'est du village et renfermant: *Sphæroceras bullatum* d'Orb., *Perisphinctes furcula* Neum., *Terebratula dorsoplicata* Suess. Ces assises sont recouvertes par des calcaires sensiblement horizontaux, qui s'étendent jusqu'à la route de Monreal à Molina de Aragon; dans les murs qui bordent les sentiers, j'ai recueilli des *Perisphinctes* du groupe du *Per. plicatilis* et quelques Brachiopodes oxfordiens: *Terebratula* cf. *castellensis* Douv., *Ter. bicanaliculata* Schl. Le Rauracien et les étages supérieurs paraissent manquer dans la région; les grès calcarifères à *Ostrea flabellata* reposent directement sur l'Oxfordien aux environs de Pozuel; si l'on prolongeait vers le nord-est la coupe précédente, on retrouverait le Callovien et les assises signalées près d'Ojos Negros.

II. — CHAÎNE IBÉRIQUE. — Le flanc méridional de l'anticlinal d'Ariño est formé par les calcaires jurassiques, assez faciles à étudier

1. DE VERNEUIL in d'ARCHIAC. — Histoire des progrès de la géologie, t. VII, p. 193.

S.S.O.

N.N.E.

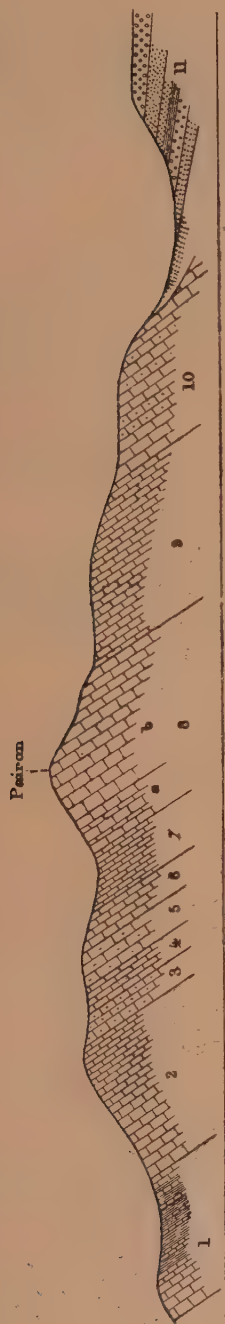


Fig. 37. — COUPE PRISE ENTRE TORREVELILLA ET LA GINEBROSA.

1 — Charmouthien et Toarcien.		7 — Rauracien.	6 m.
2 — Bajocien et Bathonien.	18 m.	8 — Séquanien — a) Couches à <i>Per. polylocus</i>	3 m.
3 — Callovien inférieur.	3 m.	b) " à <i>Aspidoceras</i> .	16 m.
4 — Callovien moyen.	3 m.	9-10 — Kimeridgien.	33 m.
5 — Oxfordien inférieur.	4 m.	11 — Tertiaire.	
6 — Oxfordien supérieur.	4 m.		

Longueur approximative de la coupe : 1 kilomètre.

le long des berges du Rio Martin. Près de la Venta de San Pedro, au-dessus du Jurassique moyen que j'ai signalé dans le chapitre précédent (p. 124), j'ai relevé la succession suivante :

1° Calcaire ferrugineux à *Macrocephalites macrocephalus* Schl., et *Perisphinctes furcula* Neum.

2° Calcaire un peu marneux à *Reinckeia anceps* Rein., et *Lunuloceras lunula* Ziet.

3° Calcaire dur, compact, avec *Perisphinctes* cf. *Michalskii* Buk., *Per.* cf. *Wartæ* Buk. et nombreux *Perisphinctes* indéterminables rappelant les formes décrites par M. Bukowski.

4° Calcaire blanchâtre, se divisant en plaquettes et renfermant de nombreux *Perisphinctes plicatilis* et ses variétés.

Ces dernières assises forment la partie supérieure des parois de la Sima de San Pedro. Elles sont surmontées directement par les sables et les marnes à *Ostrea flabellata* ; la grande transgression

cénomaniennne a recouvert le Rauracien et les étages supérieurs.

Un peu plus au nord, aux environs de Herrera, ces mêmes étages disparaissent sous les poudingues et les marnes tertiaires de la vallée de l'Ebre; les calcaires siliceux sub-bréchoïdes à *Mytilus subpectinatus* présentent à peine quelques petits affleurements à l'ouest du chemin de Herrera à Villar de los Navarros.

Mais c'est plus à l'est, dans l'anticlinal de Calanda, que le Jurassique supérieur est le mieux développé et le plus complet. Dans cette région j'ai déjà signalé l'existence d'un anticlinal dont l'axe triasique est visible tout près de Calanda et dont le flanc septentrional est effondré et recouvert par les sédiments tertiaires de la vallée de l'Ebre; le flanc méridional montre une belle succession des assises jurassiques et j'ai représenté, sur la coupe ci-contre, (fig. 37), les différentes zones, supérieures au Charmouthien, qui affleurent le long du chemin de Torrevelilla à La Ginebrosa.

1-2. — Les calcaires marneux et les marnes fossilifères du Charmouthien et du Toarcien sont recouverts par les calcaires du Jurassique moyen se présentant, comme je l'ai indiqué plus haut (page 124), avec les mêmes caractères paléontologiques et pétrographiques que dans tout le Sud de l'Aragon.

3. — Sur les calcaires du Bathonien supérieur à *Oppelia aspidoides* reposent 3 mètres de calcaire ferrugineux renfermant :

Macrocephalites macrocephalus Schl.

Sphæroceras microstoma d'Orb.

Terebratula dorsoplicata Suess

Rhynchonella spathica Lamk.

4. — Le Callovien moyen, puissant de 3 mètres environ, est représenté par des calcaires en bancs assez minces, qui m'ont fourni les espèces suivantes :

Reineckeia anceps Rein.

Lunuloceras lunula Zieten

Perisphinctes cf. *Balinensis* Neum.

» cf. *Jupiter* Steinmann

Terebratula dorsoplicata Suess

5. — Sur ces assises reposent 4 mètres de calcaire blanchâtre, fissile, représentant l'Oxfordien inférieur et renfermant :

Aspidoceras perarmatum Sow.

Perisphinctes plicatilis d'Orb.

6. — L'Oxfordien supérieur est beaucoup plus fossilifère; son faciès pétrographique est le même que celui de la zone précédente, mais sa faune est caractérisée par de nombreuses Ammonites :

Ochetoceras canaliculatum v. Buch

Perisphinctes plicatilis d'Orb.

» *Lucingensis* Favre

» cf. *Pralairei* Favre

» cf. *Wartæ* Buk.

Rhynchonella farcinata Douv.

et nombreux *Spongiaires* occupant le même niveau qu'à Jabaloyas.

7. — Les assises oxfordiennes supportent 6 mètres de calcaire plus marneux, formant une petite dépression généralement cultivée. Je n'y ai trouvé aucun fossile entre Torevelilla et La Ginebrosa; mais plus à l'est, vers El Desierto, cette zone m'a fourni plusieurs exemplaires d'*Ochetoceras Marantianum* d'Orb.

8. — Le Rauracien est surmonté par plus de 20 mètres de calcaires séquaniens, très riches en fossiles. A la base, j'ai observé 3 mètres de calcaire blanchâtre, se présentant en bancs réguliers de 40 centim. séparés par de petits lits moins compacts; j'ai recueilli à ce niveau :

Perisphinctes polyplocus Rein., très abondant.

» *licitor* Font., abondant.

» *Lothari* Opp.

» *pseudo-licitor* Choffat

Oppelia trachynota Opp.

Terebratula Zieten de Loriol

» *bisuffarcinata* Zieten

Rhynchonella triloboides Qu.

La faune de ces assises séquaniennes est surtout caractérisée par la très grande abondance des *Perisphinctes* du groupe de *Per. polyplocus*.

Ces *Perisphinctes* disparaissent complètement dans les calcaires supérieurs, qui sont plus compacts et qui renferment les espèces suivantes :

Aspidoceras tenuispinatum Font.

» cf. *Altenense* d'Orb.

» *acanthicum* Opp.

Oppelia cf. *acallopista* Font.

Perisphinctes cf. *thermarum* Opp.

Les *Aspidoceras* sont relativement nombreux dans cette zone;

la plupart des Ammonites que je viens de citer se retrouvent à la partie supérieure des calcaires de Crussol ¹; les assises à *Aspidoceras* de La Ginebrosa représentent donc vraisemblablement la partie tout à fait supérieure de la zone à *Oppelia tenuilobata* et peut-être la base du Kimeridgien.

Quoi qu'il en soit, la description précédente montre que le Séquanien est très développé et très riche en fossiles dans la bordure jurassique du bassin de l'Ebre.

9-10. — Les assises supérieures, puissantes d'environ 35 mètres, ne sont pas fossilifères; à la base, on observe 20 mètres de calcaire compact, siliceux, dont les bancs sont inclinés de 55° vers le sud : c'est à ce niveau qu'est creusée la grande grotte dite « Grotte des Maures »; les calcaires supérieurs sont un peu ferrugineux et renferment quelques bancs de calcaire gréseux; ils sont recouverts par les poudingues et les marnes rouges tertiaires, dont les assises sont à peine inclinées vers La Ginebrosa. Ces calcaires jurassiques non fossilifères représentent vraisemblablement le Kimeridgien, et peut-être le Portlandien.

La coupe que je viens de décrire montre que le Jurassique supérieur est aussi bien développé dans la Chaîne Ibérique que dans les Montes Universales; si le Callovien, l'Oxfordien et le Rauracien paraissent moins fossilifères, par contre la faune séquanienne est très riche en Ammonites; cette faune est caractérisée par l'absence totale de formes appartenant aux genres *Phylloceras*, *Lytoceras*, *Simoceras* et *Waagenia*, propres à la région méditerranéenne mais extrêmement rares dans le Séquanien du Jura suisse et allemand; il y a là un nouveau rapprochement à signaler entre cette dernière région et le Sud de l'Aragon qui, à l'époque du Jurassique supérieur, faisaient partie de la même province désignée parfois sous le nom de *province jurassienne*.

Comparaison du Jurassique supérieur du Sud de l'Aragon avec celui des régions voisines.

Il est difficile, dans l'état actuel de nos connaissances, de comparer les différents termes du Jurassique supérieur que je viens

1. FONTANNES. — Description des Ammonites des calcaires du château de Crussol. 1879.

de décrire avec ceux des autres régions de la Péninsule; dans les diverses monographies locales, en effet, tous ces étages ont été réunis sous le nom d'Oxfordien ou de groupe oolithique; mais les fossiles décrits ou cités par les géologues espagnols, et en particulier par MM. Mallada et de Cortázar, montrent que le Callovien et l'Oxfordien sont bien représentés sur le bord oriental de la Meseta et sont partout caractérisés par les Céphalopodes que j'ai trouvés dans la région d'Albarracín.

Au nord de la Chaîne Ibérique, dans la province de Burgos, M. Larrazet ¹ a signalé un beau développement de Callovien inférieur et moyen, avec une faune identique à celle du Sud de l'Aragon; mais les étages supérieurs n'y sont pas représentés ou sont recouverts par le Crétacé inférieur, qui repose sur la zone à *Reineckeia anceps*; d'après M. Larrazet, la province de Burgos aurait été émergée depuis le début du Callovien supérieur jusqu'à la fin de la période jurassique. L'émersion aurait ainsi été beaucoup plus longue dans cette province qu'aux environs de Teruel, où le Callovien supérieur seul paraît faire défaut. Toutefois l'existence de cette dernière zone sur le bord oriental de la Meseta est indiquée par la découverte du *Peltoceras athleta*, signalé par M. Mallada [48] aux environs de Frias et de Torrevelilla, mais recueilli probablement par Vilanova, dont les déterminations, comme je l'ai déjà indiqué, sont sujettes à révision.

Les travaux de M. Choffat ont montré que le Callovien est bien développé sur le bord occidental de la Meseta et y présente ses trois subdivisions classiques avec la faune de l'Europe occidentale. Mais, au nord du Tage, le Malm portugais est en majeure partie composé de sédiments terrigènes indiquant un retrait de la mer vers le sud ²: les conditions de dépôt et les fossiles du Lusitanien et du Néo-Jurassique de cette région septentrionale sont différents de ceux que j'ai signalés dans la province de Teruel. Au sud du Tage, dans l'Algarve, le Lusitanien inférieur ³ (Oxfordien et Rauracien) est caractérisé par une faune à faciès méditerranéen, qui, à l'époque séquanienne, fait place à une faune toute différente, présentant beaucoup d'analogies avec celle des environs de Jabaloyas et caractérisée par *Terebratula Zieteni*, *Cidaris* cf. *glandifera*, Encrines et Polypiers siliceux.

1. LARRAZET. — Loc. cit.

2. CHOFFAT. — Coup d'œil sur les mers mésozoïques du Portugal. — Loc. cit.

3. CHOFFAT. — Recherches sur les terrains secondaires au sud du Sado. — *Comunicações da Commissao dos trabalhos geologicos de Portugal*. T. I, fasc. II.

Le faciès méditerranéen se retrouve plus constant et beaucoup mieux développé dans les Chaînes Subbétiques, où il a été très bien étudié par MM. Bertrand et Kilian¹; si les assises inférieures à la zone à *Perisphinctes transitorius* sont pauvres en fossiles, le Tithonique, par contre, renferme une faune très riche avec nombreux *Phylloceras*, *Lytoceras*, *Simoceras* et *Perisphinctes*.

Les courants alpins du Sud de l'Andalousie passaient sur l'emplacement actuel des Baléares, comme l'ont montré les travaux de Hermite et de M. Nolan, mais ils ne pénétraient pas dans le royaume de Valence. Coquand², en effet, dès 1867, a montré l'existence de la série suivante dans les Atalayas de Chisvert :

1° Oxfordien non fossilifère.

2° Corallien renfermant à sa partie supérieure *Cidaris florigemma*, *Hemicidaris crenularis*.

3° Calcaire magnésien à Polypiers.

4° Calcaire lithographique non fossilifère.

5° Argiles, marnes et calcaires kimeridgiens à *Ostrea virgula*, *Ost. Bruntrutana*.

6° Calcaire lithographique portlandien.

Bien que cette série soit peu fossilifère, la présence du Rauracien et du Kimeridgien est indiscutable dans la province de Castellon de la Plana, à 75 kilomètres environ au sud-est de La Ginebrosa, dont j'ai donné la coupe précédemment. Plus au sud, à Abejuela, à la limite des provinces de Valence et de Teruel, et à Sot, près de Valence, M. Choffat³ cite la présence des fossiles suivants, qui lui ont été communiqués par Vilanova : *Peltoceras bimammatum*, *Ochetoceras Marantianum*, *Aspidoceras liparum*, etc. ; le Rauracien et le Séquanien fossilifères existent donc certainement au sud-est de la province de Teruel ; la mer du Jurassique supérieur recouvrait l'Aragon et le royaume de Valence, qui appartenaient à la même zone extra-alpine.

L'Aquitaine faisait aussi partie de la même province jurassique, comme le montrent les travaux de M. Glangeaud⁴. Au nord de La

1. BERTRAND et KILIAN. — Mission d'Andalousie : étude sur les terrains secondaires et tertiaires dans les provinces de Grenade et de Malaga.

2. COQUAND. — Sur l'existence des étages corallien, kimeridgien et portlandien dans la province de Castellon de la Plana. — *B. S. G. F.*, 2^e sér., t. XXIV, p. 462.

3. *Annuaire géologique universel*, t. IV, p. 616, 1888.

4. GLANGEAUD. — Le Jurassique à l'Ouest du Plateau Central. — *Bull. Serv. Carte géol.*, t. VIII, n^o 50, 1895.

Rochefoucauld, les calcaires marneux du Callovien et de l'Oxfordien renferment une faune très riche, dont les Ammonites et les Brachiopodes se retrouvent presque tous dans les Montes Universales ; les seules différences importantes qui existent entre ces deux régions sont : 1° la présence, en Aquitaine, du Callovien supérieur, fossilifère, à *Peltoceras athleta* ; 2° l'absence sur le bord du Plateau Central, de la zone à *Trochus impressæ*. Le même parallélisme s'étend d'ailleurs aux époques rauracienne et séquanienne, dont les faunes présentent de nombreuses espèces communes dans les deux régions, avec l'absence complète des Ammonites caractéristiques de la province méditerranéenne.

Les mêmes conclusions peuvent s'appliquer à la bordure jurassique du Bassin de Paris, et dans son travail M. Glangeaud a beaucoup insisté sur les analogies qui existent entre ce bassin et la région qu'il a si bien décrite.

Mais c'est avec le Jura de la Souabe et de l'Argovie que les assises du Sud de l'Aragon présentent les plus grandes affinités. Dans ces deux régions si éloignées, la succession des faunes, à partir de l'Oxfordien, est identiquement la même, comme je l'ai déjà indiqué à plusieurs reprises. J'ai trouvé dans les Montes Universales un très grand nombre d'espèces décrites par Quenstedt et caractéristiques du « Jura brun » et de la partie inférieure du « Jura blanc ». Les faciès pétrographiques, eux aussi, sont souvent identiques dans les deux contrées, où les conditions de dépôt étaient certainement les mêmes pendant l'Oxfordien, le Rauracien et le Séquanien. A l'époque du Jurassique supérieur, comme l'avait déjà indiqué Neumayr en 1885, la région de Teruel faisait donc partie de la région extra-alpine ou jurassique, qui contournait toute la Meseta et s'étendait sur une grande partie de l'Europe occidentale.

VIII

CRÉTACÉ

Pendant toute la période crétacée, la plus grande partie du Sud de l'Aragon était recouverte par la mer ; les sédiments de cette époque courent en effet les plateaux les plus élevés, dans l'axe même de la Chaîne Hespérique, et si la plupart de ces sédiments ont été enlevés par l'érosion, les calcaires cénomaniens de la Muela, de San Juan et du Monte Jabalon restent les témoins de la grande extension de la mer crétacée, qui s'étendait sur tout l'emplacement actuel des Montes Universales.

La Chaîne Ibérique, d'autre part, est bordée à l'ouest par un vaste plateau cénomaniens, qui peut se suivre des environs de Monreal del Campo jusque dans la province de Soria ; plus à l'est, une bande crétacée dont la puissance atteint 100 mètres borde de chaque côté l'anticlinal dévonien de Segura et de Montalban. Ces dernières assises se relient à un grand système crétacé qui couvre une partie des provinces de Teruel et de Castellon de la Plana et dont la superficie dépasse certainement 5000 kilom. carrés. J'ai peu étudié cette dernière région, que je n'ai parcourue qu'une seule fois dans toute sa largeur et dont je ne pourrais donner qu'une esquisse nécessairement fort incomplète.

Je me bornerai donc à la description des lambeaux qui bordent directement les Chaînes Ibérique et Hespérique ou qui se trouvent dans l'axe même de ces deux cordillères.

Historique

Les premiers renseignements précis que nous ayons sur les assises crétacées que je vais décrire sont dus à de Verneuil et à ses collaborateurs. En 1852, de Verneuil et Collomb [61] montraient

que les plateaux les plus élevés de la région d'Albarracin sont couronnés par des sables et des calcaires blanchâtres, dont les faunes rappellent celles du grès vert de France et de la craie tuffeau. L'année suivante, de Verneuil et de Lorière [64] étudiaient la Chaîne Ibérique et signalaient l'existence du Crétacé : 1° dans sa bordure occidentale, aux environs de Torralba ; 2° dans La Rocha, près de Montalban et de Segura. La découverte de quelques exemplaires de *Lychnus* engagea de Verneuil et Lartet à visiter de nouveau ces dernières localités, et en 1863 [68] ils étudièrent avec beaucoup de soin le Néocomien des environs d'Obon et les calcaires à *Lychnus* de Segura, qu'ils considéraient, d'ailleurs comme tous les géologues de cette époque, comme appartenant à l'Eocène lacustre. Enfin, en 1868, dans leurs Matériaux pour la paléontologie de l'Espagne, de Verneuil et de Lorière [69] précisèrent la succession des diverses assises qui constituent l'Urgonien et l'Aptien aux environs d'Utrillas et de Montalban.

Le Crétacé de la région d'Utrillas était étudié, à peu près à la même époque, par Coquand ; dans sa monographie de l'étage aptien de l'Espagne [22] et dans sa description du Crétacé de la province de Teruel [24], il décrivit avec soin la géologie des bassins lignitifères d'Utrillas et des environs, et arriva sensiblement aux mêmes conclusions que de Verneuil et ses collaborateurs.

Le mémoire de Vilanova sur la province de Teruel [72] ne modifia pas sensiblement la connaissance que l'on avait du Crétacé de la région, et la longue liste de fossiles donnée par l'auteur nous montre uniquement que le Néocomien et l'Aptien sont souvent très fossilifères.

L'esquisse géologique de M. de Cortázar [27] est beaucoup plus complète ; si le savant ingénieur espagnol n'ajoute que peu de faits vraiment nouveaux à l'ensemble des résultats stratigraphiques et paléontologiques dus aux géologues français, du moins il précise l'extension des affleurements, leur constitution pétrographique et leur rôle dans l'orographie de la région ; il décrit avec beaucoup de détails l'Urigo-Aptien, le Cénomanién et le Danién qui, pour lui, sont les seuls étages qui existent dans la région, dont l'immersion par la mer crétacée se serait faite lentement, du sud-est vers le nord-ouest.

Dans son travail sur les environs d'Albarracin [18], Leandro Calvo rapporte au Crétacé inférieur les assises terminales du Jurassique, mais indique, avec raison, la présence du Cénomanién au Monte Jabalon et aux environs de Terriente.

L'étude la plus complète qui ait été publiée sur le Sud de la Chaîne Ibérique, est due à D. Pedro Palacios [51]; ce savant géologue décrivit très minutieusement la bande crétacée qui limite à l'ouest la Sierra de Santa Cruz et qui s'étend depuis Blancas jusque dans la plaine de Soria, et montra qu'elle est constituée en grande partie par le Cénomanien souvent fossilifère.

Distribution du Crétacé

I. CHAÎNE HESPÉRIQUE. — Les plus hauts plateaux des Montes Universales, comme je l'ai déjà indiqué précédemment, sont couronnés par des grès et des calcaires cénomaniens, dont les assises sont sensiblement horizontales ¹.

J'ai figuré sur la carte (Pl. II) les plus importants de ces plateaux, qui sont :

1° La Muela de San Juan (1870 mètres), entre Griegos et Guadaluajar;

2° Le Monte Jabalon (1692 mètres), entre Jabalon et Cañegral;

3° La Mesa de los tres Reinos, aux environs de El Royo, aux confins des anciens royaumes de Castille, d'Aragon et de Valence.

Il serait très facile, avec une bonne carte topographique de la région, de limiter très exactement ces divers affleurements; mais en l'absence de toute carte, j'ai dû les indiquer d'une manière approximative ou même schématique. C'est ainsi qu'entre Jabaloyas et Cañegral, j'ai figuré un grand plateau crétacé; en réalité ce plateau n'est pas continu, il est coupé par deux grands ravins que je n'ai pas indiqués faute de renseignements précis, et au fond desquels affleure le Jurassique supérieur.

Les plateaux crétacés de Terriente et de Moscardon sont moins élevés; ils sont limités par des failles, qui font le plus souvent buter le Gault contre l'Oxfordien.

Le Cénomanien est assez bien développé à l'est de la Chaîne Hespérique, aux environs de Villed, entre ce village et Villastar.

II. CHAÎNE IBÉRIQUE. — La Sierra de Santa Cruz est bordée à l'ouest par un grand plateau crétacé rappelant, par sa forme et sa constitution géologique, ceux que j'ai signalés dans les Montes

1. L'horizontalité de la partie supérieure de ces plateaux ordinairement peu étendus, et à bords souvent abrupts, leur a valu le nom de *Muela* (tertre) ou de *Mesa* (table).

Universales, mais d'une superficie beaucoup plus considérable; il s'étend en effet de Blancas (province de Teruel) à Sisamon et Ibdes (province de Saragosse), avec une largeur moyenne de 15 kilomètres, et se poursuit, comme l'a montré M. Palacios, jusqu'au-delà de Deza, dans la province de Soria.

De Armillas à Cucalon, j'ai observé un très beau développement de Crétacé supérieur, formant le plateau désigné ordinairement sous le nom de *La Rocha*.

Le Crétacé est très développé au sud et à l'est de Montalban; j'ai figuré, sur la carte (Pl. I), les assises qui, aux environs de Castel de Cabra, Obon, Josa et Alacon, viennent s'appuyer sur le Jurassique décrit dans les chapitres précédents; mais ces assises se poursuivent vers le sud et occupent une partie des provinces de Teruel et de Castellon de la Plana que je ne décrirai pas dans ce travail.

Descriptions locales

CHAÎNE HESPÉRIQUE. — Je commencerai l'étude du Crétacé par la description du Monte Jabalon. La coupe suivante, passant par Jabaloyas et faisant suite à celles que j'ai figurées pages 117 et 130, nous montre la disposition et le faciès des assises crétacées dans les hauts plateaux des Montes Universales.

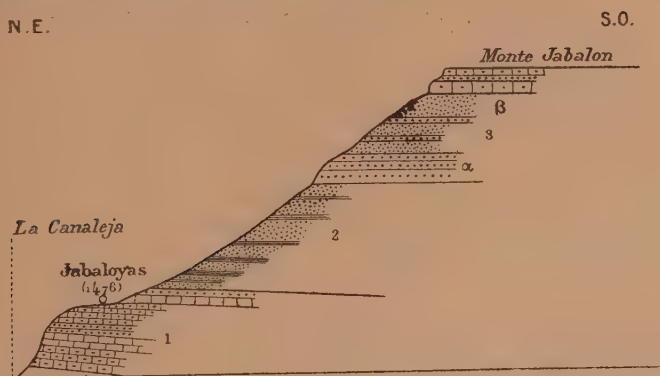


Fig. 38. — COUPE DU MONTE JABALON

- 1 — Jurassique supérieur. Kimeridgien ?
- 2 — Marnes et sables du Gault non fossilifère (100 m.).
- 3 — Grès et sables du Cénomanién (100 m.).

Sur les calcaires et les grès à *Ostrea* cf. *Bruntrutana*, qui terminent le Jurassique supérieur, repose une puissante masse de marnes, de

sables grossiers avec galets de quartz et de grès quelquefois blanchâtres, mais souvent colorés en rouge par les oxydes de fer (2); les marnes dominent à la base et les sables versicolores à la partie supérieure. Ces assises ne sont pas fossilifères; toutefois, dans les bancs les plus élevés, j'ai trouvé quelques exemplaires d'*Ostrea flabellata* ou d'une forme très voisine; mais à 15 kilom. au nord-ouest, dans des assises occupant la même position stratigraphique, j'ai recueilli des fossiles caractéristiques du Gault, qui me permettent de fixer l'âge de ces sables : la base représente l'Albien et la partie supérieure doit être rapportée au Cénomanien.

Les assises du Gault sont surmontées par des grès et des sables nettement cénomaniens (3), renfermant de nombreuses Huîtres, abondantes surtout dans les bancs α et β de la coupe, qui m'ont fourni la faune suivante :

Ostrea flabellata d'Orb.,

représentée par quelques exemplaires typiques et par de nombreuses variétés, dont quelques-unes rappellent *Ostrea Boussingaulti* d'Orb.

Ostrea cf. *pseudo-africana* Choffat

» *lignitarum* Coquand

Periaster sp.

L'*Ostrea flabellata* et ses variétés se trouvent dans tout l'ensemble des grès et des sables, jusqu'à la partie supérieure du plateau formée par une assise de calcaire dur.

La coupe de la Mesa de los tres Reinos, près de El Royo, et celle de la Muela de San Juan (voir page 138), sont identiques à celle du Monte Jabalon; toutefois, dans cette dernière localité, les assises du Gault et du Cénomanien sont moins puissantes qu'à Jabaloyas, et à la partie supérieure des sables aptiens j'ai observé un banc de marne assez puissant, qui forme le niveau d'eau alimentant les fontaines de Griegos.

L'étude des hauts plateaux calcaires de la région d'Albarracin conduit donc aux résultats suivants :

1° La base du Crétacé inférieur manque dans la région. Les Montes Universales ont dû être émergés à la fin du Jurassique et au début du Crétacé et ils n'ont été recouverts par la mer qu'au moment de la grande transgression du Gault.

Cette transgression s'est faite de l'est vers l'ouest, puisque la mer néocomienne couvrait une partie du royaume de Valence et les districts de Mora et d'Aliaga, à l'est de la province de Teruel.

2° Le Cénomaniien est représenté par un *faciès à Ostracées*, qui se retrouve identique dans toute la Chaîne Hespérique et, comme je l'indiquerai plus loin, dans le Sud de l'Aragon.

La série fossilifère est plus complète aux environs de Terriente, comme le montre la coupe prise entre Moscardon et le Moulin de Molina, le long du chemin qui conduit à Terriente (fig. 39).

Les assises crétacées, qui viennent buter par faille contre les calcaires du Jurassique moyen et du Jurassique supérieur de Moscardon, présentent la succession suivante :

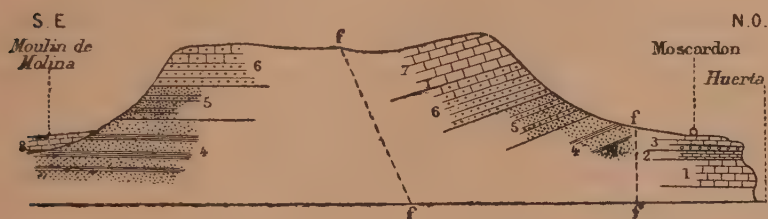


Fig. 39. — COUPE DE MOSCARDON AU MOULIN DE MOLINA

- 1 — Bathonien; 2 — Callovien; 3 — Oxfordien.
- 4 — Marnes et sables du Gault.
- 5-6 — Sables et grès cénomaniens.
- 7 — Grès calcaireux du Turonien ?
- 8 — Tuf pléistocène.

Contre l'Oxfordien fossilifère viennent s'appuyer des marnes et sables rouges (4), identiques à ceux de la base du Monte Jabalon, occupant la même position stratigraphique et renfermant :

Ostrea prælonga Sharpe
» - *falco* Coq.

Ces fossiles se retrouvent en Portugal et en Algérie, dans la région du Seressou et du Lehou, où M. Welsch ¹ a montré qu'ils caractérisaient le Gault. La base du Monte Jabalon appartient donc à l'Albien, et la grande transgression crétacée dans les Montes Universales a commencé à la fin du Crétacé inférieur.

Le Gault est surmonté par des sables et grès cénomaniens (5-6) à nombreuses *Ostrea flabellata*; la partie supérieure est plus calcaireuse, comme au Monte Jabalon.

1. WELSCH. — Les terrains crétacés du Seressou occidental et du Lehou (Département d'Oran, Algérie). — B. S. G. F., 3^e sér., t. XVIII, 1890.

Le sommet du plateau est formé par un calcaire un peu gréseux, se présentant en lits assez minces; je n'ai trouvé aucun fossile dans cette zone, que de Verneuil rapportait à la craie tuffeau caractérisée par *Hemiaster Fourneli* et *Diadema Roissyi*.

Je n'ai observé nulle part d'assises plus récentes; les étages supérieurs existaient peut-être dans la région et alors ils auraient été enlevés par l'érosion; mais ce fait que les plateaux sont généralement terminés par les calcaires immédiatement supérieurs au Cénomaniens à *Ostrea flabellata*, sans jamais présenter aucun témoin du Turonien supérieur, du Sénonien et du Danien, me fait supposer que la région était émergée pendant toute la fin de la période crétacée.

En continuant la coupe vers le sud-est, on trouverait la suite du même plateau crétacé, dont les différentes assises viennent encore buter par faille contre le Jurassique de Terriente.

La petite vallée du Moulin de Molina est en partie recouverte par les alluvions et par un tuf calcaire avec nombreuses empreintes de feuilles et de racines.

Le Crétacé affleure dans la vallée du Guadalaviar, au nord de Villel: une coupe prise entre ce village et Villastar montrerait la succession suivante:

1° Marnes irisées triasiques bien visibles au pont de Villel, à la sortie du village;

2° Grès blanc, sables et lits d'arkoses avec *Ostrea Boussingaulti*;

3° Calcaire gréseux et grès à *Ostrea flabellata* et variétés; les bancs fossilifères affleurent le long de la nouvelle route, à 12 kilomètres 1/2 au sud de Teruel;

4° Poudingues tertiaires de la vallée du Guadalaviar.

Ces assises crétacées sont visibles sur 3 kilomètres environ, le long de la route de Villel à Teruel; elles ne sont pas horizontales, comme toutes celles que nous avons étudiées jusqu'à présent, mais elles se sont inclinées vers le nord lors de l'affaissement qui a donné naissance au bassin tertiaire de Teruel.

II. CHAÎNE IBÉRIQUE. — Nous retrouvons les mêmes sédiments, avec la même faune, dans le plateau crétacé qui borde à l'ouest la chaîne ancienne d'Atea. Les grès calcarifères à *Ostrea Boussingaulti* affleurent au nord de Pozuel, le long de la route de Monreal del Campo à Molina de Aragon.

La coupe des environs de Cubel (fig. 2, page 27) nous montre

la disposition générale de ces assises : sur les calcaires dolomitiques du Jurassique inférieur reposent :

1° Des grès blancs à grain grossier, avec lits d'arkoses, identiques à ceux des Montes Universales et représentant le Gault;

2° Des grès calcarifères et des sables à Ostracées, renfermant quelques échantillons typiques d'*Ostrea flabellata*. — M. Pedro Palacios [51] cite à ce niveau : *Janira quinquecostata* d'Orb., *Ostrea columba* Lamk., *Orbitolina concava* Lamk.;

3° La partie supérieure du plateau est souvent formée par un calcaire plus dur, dans lequel je n'ai trouvé aucun fossile; M. Palacios a recueilli dans la région quelques exemplaires de *Hemiaster Fourneli* Desor et *Arca Archiaciana* d'Orb., qui proviennent vraisemblablement de cette assise.

Cette rapide description montre que le plateau de Cubel offre les analogies les plus frappantes avec ceux des environs d'Albarracin; les deux régions ont été recouvertes par la mer au moment de la grande transgression du Gault et du Cénomanien et étaient probablement émergées à partir du Sénonien.

Pour observer la série complète et très bien développée du Crétacé supérieur, il faut aller plus à l'est, dans la Sierra de Cucalon et dans La Rocha; le plateau qui s'étend de Segura à Cucalon est en effet formé presque entièrement par les dépôts du Crétacé supérieur, comme me l'ont montré des coupes prises aux extrémités de La Rocha, au Morron de Badenas et le long du chemin de La Hoz à Segura. La coupe suivante (fig. 40), relevée entre Anadon et Allueva, donne la succession complète des différentes zones fossilifères de la région.

1-2. — Le Muschelkalk et les marnes irisées triasiques sont bien développées près du village même d'Anadon et supportent directement le Crétacé.

3. — Sables micacés et ferrugineux avec quelques lits plus marneux, puissants de 30 mètres environ. Ces sables présentent le même faciès pétrographique que les assises du Gault à *Ostrea praelonga* et *Ostrea falco*; mais je n'ai trouvé à Anadon aucun de ces fossiles.

4. — Grès calcarifère à nombreuses *Ostrea flabellata* et Huîtres de grande taille, voisines de *Ostrea pseudo-Africana* Choff.; ces dernières sont particulièrement abondantes dans les bancs de la partie supérieure; j'en ai recueilli de nombreux exemplaires dans le talus qui borde le chemin d'Anadon à Maicas, un peu avant d'arriver au

sommet du plateau, et dans les escarpements du Morron de Badenas. Cette zone se termine par des calcaires en plaquettes, épais d'environ 5 mètres, dont quelques bancs sont couverts d'empreintes de *Corbis*, de *Lucina*, etc., spécifiquement indéterminables.

5. — Le sommet de la Rocha est formé par 50 mètres environ de calcaire dur, compact, dans lequel je n'ai trouvé aucun fossile.

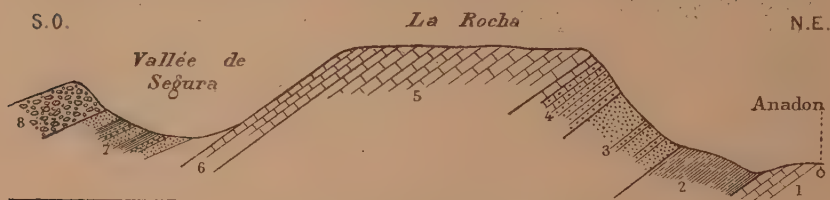


Fig. 40. — COUPE DE LA ROCHA

- 1° — Muschelkalk.
 - 2 — Marnes irisées du Trias supérieur, 30 m.
 - 3 — Sables micacés et ferrugineux, Gault, 30 m.
 - 4 — Grès calcarifère et calcaire, Cénomanién, 20 m.
 - 5 — Calcaire compact non fossilifère, 50 m.
 - 6 — Calcaire subbréchoïde à *Lychnus*, Danién, 30 m.
 - 7 — Marnes, grès et poudingues
 - 8 — Poudingues de Segura
- } Tertiaire.

6. — Le Crétacé se termine par un calcaire moins compact, subbréchoïde, dont la partie supérieure un peu marneuse renferme la faune suivante :

Lychnus Pradoanus de Vern. et Lart.

» *Matheroni* Requier

» cf. *striatus* Matheron

» *Collombi* de Vern. et Lart.

Cyclostoma Vilanovum de Vern. et Lart.

Cette faune offre donc, comme de Verneuil et Lartet l'avaient indiqué en 1863, de très grandes analogies avec celle de la série garumnienne de Provence.

Comme, dans toute la région, la sédimentation a certainement été continue, je considérerai les calcaires inférieurs (n° 5) non fossilifères comme représentant le Cénomanién supérieur, le Turonien et le Sénonien. La série crétacée supérieure serait ainsi complète aux environs de Segura ; mais les assises daniennes fluvio-lacustres, d'ailleurs fort localisées dans le Sud de l'Aragon, indiquent une émergence de la contrée tout entière vers la fin de la période

crétacée; cette émergence fut probablement de longue durée, et elle persista jusqu'à la production des grands affaissements qui ont préparé la formation des grands bassins tertiaires de toute l'Espagne.

Ces assises supérieures disparaissent plus à l'est, et aux environs de Montalban et d'Obon nous ne trouvons plus que le Crétacé inférieur, qui y acquiert d'ailleurs un très beau développement.

J'ai indiqué précédemment qu'entre Montalban et Castel de Cabra, l'axe dévonien de la Chaîne Ibérique est entouré d'une ceinture continue de Trias et de Jurassique inférieur. Près de Montalban, à la montagne de Santa Barbara, ces assises sont recouvertes par les poudingues tertiaires; mais à 1 kilom. à l'est de la ville on voit apparaître les assises crétacées, superposées directement au Toarcien et recouvertes par le Miocène. La coupe suivante, prise à 2 kilom. environ de Montalban, le long du rio Adovas, nous montre la disposition de ces divers étages dans la région.

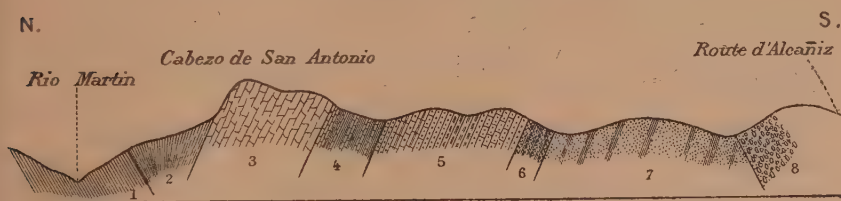


Fig. 41. — COUPE N.-S. PRISE LE LONG DU RIO ADOVAS

- | | |
|--|-----------------------------|
| 1 — Quartzites et schistes dévoniens. | |
| 2 — Marnes irisées du Trias supérieur. | |
| 3 — Calcaire dolomitique (Infralias et Lias inférieur). | |
| 4 — Marnes et calcaires marneux du Charmouthien et du Toarcien, 20 m. | |
| 5 — Calcaires arénacés et grès à <i>Vicarya</i> et <i>Trigonia</i> , 50 m. | } Barrémien
et
Aptien |
| 6 — Argiles lignitiformes, 10 m. | |
| 7 — Sables et argiles | |
| 8 — Poudingues tertiaires | |

Les calcaires et les marnes du Jurassique inférieur, qui, à Castel de Cabra, plongent normalement vers le sud, ont été redressés et même renversés, en sorte que les « assises néocomiennes semblent sortir de dessous les calcaires liasiques ¹ ». Le Crétacé débute par des calcaires arénacés, mêlés d'argiles, et souvent colorés par des oxydes de fer; ces assises, puissantes d'environ 50 mètres, deviennent plus gréseuses à leur partie supérieure. Les bancs

1. DE VERNEUIL et LARTET [68]. *Loc. cit.*, p. 686.

calcaires de la base renferment une faune très riche, caractérisée par

Trigonia Hondaana Lea

Vicarya Pizcuetana de Vern. et de Lorière

avec d'autres espèces très nombreuses signalées par de Verneuil et Coquand : *Trigonia abrupta*, *Tr. ornata*, *Vicarya Lujani*, etc. Cette faune est rapportée par de Verneuil à la base de son Néocœmien supérieur, et par Coquand à l'étage Aptien. Plusieurs assises gréseuses, disséminées dans toute la masse, mais abondantes surtout à la partie supérieure, forment de véritables lumachelles d'huîtres, parmi lesquelles j'ai reconnu :

Ostrea prælonga Sharpe

— *falco* Coq.

— *Pantagruelis* Coq.

— *Boussingaulti* d'Orb.

— *Leymeriei* Desh.

Les *Ostrea Pantagruelis* de très grande taille sont surtout abondantes et semblent caractériser la partie terminale de l'Aptien ; les autres espèces se retrouvent dans le Gault de la province d'Oran.

Ces assises sont surmontées par des argiles lignitifères et des sables blancs et rouges, avec bancs plus argileux, non fossilifères (6-7) ; cet ensemble, très puissant, forme le grand système lignitifère d'Utrillas et de ses environs, très bien étudié par Coquand et rangé par lui dans ses étages Aptien et Gardonien.

Là se termine la série crétacée des environs de Montalban ; les sables avec bancs d'argiles sont recouverts en discordance par les poudingues tertiaires, bien visibles le long de la route d'Alcañiz.

Les mêmes assises se retrouvent dans toute la région ; elles forment en particulier la partie supérieure du plateau de La Josa et d'Obon. La coupe (fig. 28, p. 104), prise près de ce dernier village, nous montre que le Bajocien est surmonté par 40 mètres environ de calcaires ferrugineux, un peu arénacés et très fossilifères ; les bancs inférieurs sont riches en Trigonies : *Trigonia Hondaana*, *Tr. caudata*, *Tr. abrupta* ; les bancs supérieurs sont plus gréseux et m'ont fourni *Vicarya Lujani*, *Vic. Pizcuetana* avec quelques Huîtres indéterminables. Le grès calcarifère qui forme le sommet du plateau renferme plusieurs bancs pétris d'Orbitolines (*Orbitolina lenticularis* d'Orb.) avec *Heteraster oblongus* d'Orb. Vers le nord, l'Aptien disparaît sous le Tertiaire de l'Ebre.

Le Cénomaniien est bien développé un peu plus à l'est, et très

E.

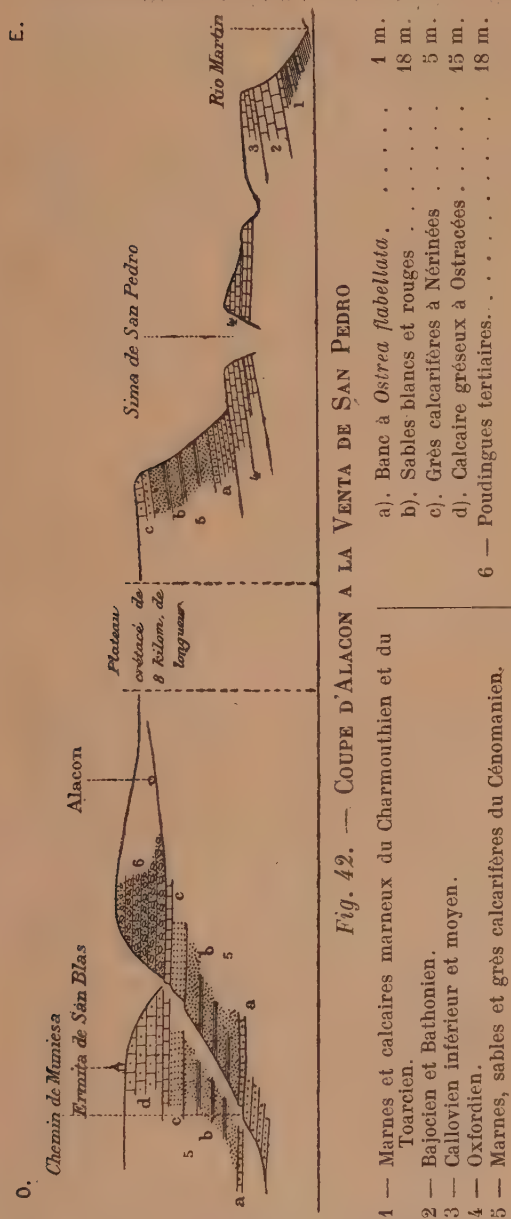


Fig. 42. — COUPE D'ALACON A LA VENTA DE SAN PEDRO

facile à observer le long du chemin qui conduit de Muniesa à Alacon ; entre ces deux villages, en effet, j'ai relevé la succession suivante :

1° Les poudingues et les marnes du Tertiaire de la vallée de l'Ebre, qui sont visibles pendant cinq kilomètres environ, jusqu'à la Venta del Junco ;

2° Des grès marneux, sensiblement horizontaux, quel'on suit jusqu'au pied de la colline sur laquelle est bâti Alacon ; ces grès sont très fossilifères et, dans les murs qui bordent le sentier, on peut recueillir de nombreux exemplaires d'*Ostrea flabellata*.

Les assises cénomaniennes sont très puissantes aux environs d'Alacon et forment la plus grande partie des collines qui supportent le village et la Ermita de San Blas. La coupe ci-jointe,

au rio Martin, montre la constitution géologique de cette région.

A l'est de la coupe, j'ai figuré les calcaires jurassiques de la Venta de San Pedro décrits dans les chapitres précédents. L'Oxfordien est surmonté par des grès plus ou moins calcarifères, dont la partie supérieure est formée par une lumachelle à *Ostrea flabelata* (5 a). Ces assises, qui représentent la base du Cénomanien, supportent une masse assez puissante de sables, dont les bancs épais sont alternativement rouges et blancs ; c'est dans ces sables, quelquefois un peu argileux (5 b), que sont creusées les nombreuses bodegas (celliers) du riche village d'Alacon.

Au-dessus j'ai observé des grès calcarifères (5 c), épais de cinq mètres environ, un peu marneux à la partie supérieure et renfermant d'assez nombreuses *Turritelles* et *Nérinées* spécifiquement indéterminables, avec *Ostrea lingularis* Lamk. du Cénomanien supérieur.

A Alacon même, la série crétacée se termine par un banc de calcaire dur, avec débris d'Ostracées (5 d), surmonté par un poudingue à gros éléments, sur lequel est en partie bâti le village ; à la Ermita de San Blas, ces calcaires à Ostracées atteignent quinze mètres de puissance ; là les poudingues à gros galets font complètement défaut ; ils n'acquièrent un beau développement qu'un peu à l'est, en dehors de la coupe, mais leur extension aux environs d'Alacon est très limitée.

Des descriptions précédentes, nous pouvons donc déduire les faits suivants :

1° Le Sud de la Chaîne Hespérique (Montes Universales) et la partie occidentale de la Chaîne Ibérique ont été recouverts par la mer crétacée à l'époque du Gault et ces régions ont été émergées probablement vers la fin de l'époque turonienne.

2° Le Crétacé est bien développé dans toute la partie orientale de la Chaîne Ibérique, que je viens de décrire ; le Néocomien paraît y manquer, mais tous les étages depuis le Barrémien jusqu'au Cénomanien supérieur sont représentés par des assises le plus souvent fossilifères : les calcaires supérieurs de La Rocha appartiennent vraisemblablement au Turonien et au Sénonien, et l'émerision complète de la province se serait faite à la fin de la période crétacée ; les calcaires à *Lychnus* sont d'ailleurs très localisés et le Garumnien forme une bande étroite, qui s'étend de Cucalon à Segura et que j'ai retrouvée plus au sud, à l'ouest de Fortanete (district d'Aliaga).

Comparaison du Crétacé de la province de Teruel (régions septentrionale et occidentale) avec celui des contrées voisines.

Les mers crétacées qui ont déposé les assises des environs de Segura, de Montalban, d'Obon et d'Alacon s'étendaient sur toute la partie orientale de la province de Teruel et sur toute la province de Castellon, où leurs sédiments occupent, comme je l'ai déjà dit, une surface de plus de 5000 kilomètres carrés. C'est seulement quand on connaîtra en détail la constitution géologique de cette vaste région qu'on pourra établir des comparaisons entre le Crétacé du Sud de l'Aragon et celui des autres provinces. Cependant l'étude géologique des affleurements que j'ai décrits précédemment permet d'indiquer, dès à présent, les relations qui devaient exister, à l'époque du Gault et du Cénomanien, entre la région de Teruel et les contrées voisines.

Les faunes de l'Aptien, du Gault et du Cénomanien des Chaînes Ibérique et Hespérique sont caractérisées par une grande richesse en Ostracées et c'est des environs de Montalban et d'Utrillas que proviennent un assez grand nombre de types décrits par Coquand dans sa Monographie du genre *Ostrea*¹ et dans son étude sur l'étage Aptien d'Espagne [22]. Cette faune à Ostracées caractérise ce que M. Peron a appelé le *faciès méditerranéen* et M. Zittel le *faciès africano-syrien*. C'est en effet avec les provinces qui bordent au sud la Méditerranée occidentale que la région de Teruel présentait les plus grandes affinités à l'époque du Crétacé. Le Gault des Montes Universales et celui du Seressou et du Lehou (département d'Oran), décrit par M. Welsch², sont caractérisés par la même faune. Le Cénomanien paraît plus fossilifère en Algérie que dans les Cordillères Hespérique et Ibérique, où la zone à nombreuses *Ostrea flabellata* est le plus souvent seule bien développée ; mais l'étude des districts d'Aliaga et de Castellote, très riches en dépôts cénomaniens, m'a déjà permis de retrouver en partie les zones distinguées par M. Welsch ; en outre, dans la même région, le Turonien et le Sénonien paraissent bien représentés et la description des environs de Fortanete mon-

1. COQUAND. — Monographie du genre *Ostrea*. Terrain Crétacé. Marseille, 1869.

2. WELSCH. — Les terrains crétacés du Seressou occidental et du Lehou. B. S. G. F., 3^e sér., t. XVIII, p. 493, 1890.

Id — Les terrains secondaires des environs de Tiaret et de Frenda. Thèse de doctorat, 1890.

trera très probablement que ces deux étages renferment des faunes présentant de très grandes analogies avec celles de la province d'Oran.

Le même faciès à Ostracées se retrouve en Portugal, où il est bien connu depuis les beaux travaux de M. Choffat ¹ sur le Crétacique de cette région. L'étage Bellasien, avec sa faune d'Huitres telles que *Ostrea praelonga*, *Ostrea Boussingaulti*, etc., correspondrait sensiblement au Gault des environs de Moscardon ; c'est à ce niveau que M. Choffat signale l'*Ostrea pseudo-africana* figurée dans ses études paléontologiques ². Cette espèce paraît plus récente dans les environs de Segura, où je l'ai constamment trouvée un peu au-dessus des assises à nombreuses *Ostrea flabellata* ; le même fait se produit d'ailleurs dans la province de Burgos, où l'*Ostrea pseudo-africana* accompagne toujours *Ostrea Olisiponensis* ; l'espèce décrite par M. Choffat ne serait donc pas localisée dans une seule zone, mais présenterait probablement une extension verticale plus grande que ne l'a supposé le savant géologue du Portugal.

Ce faciès méditerranéen se poursuit dans presque toute la bordure crétacée de la Meseta ; M. de Cortázar l'a signalé dans les provinces de Cuenca [26] et de Segovia ³. Tout récemment M. Chudeau en a montré l'extension et décrit la faune dans son travail sur les provinces de Soria et de Logroño ⁴ ; dans cette région le Cénomanien et le Turonien sont très bien développés et M. Chudeau a fort bien mis en évidence le caractère méditerranéen de leur faune. Le même faciès se retrouve plus à l'est, dans la province de Burgos ; M. Larrazet ⁵ l'a étudié avec beaucoup de soin et a montré les relations qui existaient à l'époque cénomaniennne entre cette province et toutes les régions voisines.

Le faciès méditerranéen à Ostracées n'existe plus dans le Sud-Est

1. CHOFFAT. — Recueil de monographies stratigraphiques sur le système crétacique du Portugal : Contrées de Cintra, de Bellas et de Lisbonne, 1885. — Recherches sur les terrains jurassiques au sud du Sado, 1887. — Crétacique des environs de Torres Vedras, de Péniche et de Cereal, 1890.

2. CHOFFAT. — Recueil d'études paléontologiques sur la faune crétacique du Portugal, 1^{re} série, 1886.

3. D. DE CORTÁZAR. — Descripcion física y geológica de la provincia de Segovia. Bol. Com. Map. geol. Esp., t. XVII, 1890.

4. CHUDEAU. — Contribution à l'étude géologique de la Vieille-Castille. Thèse de doctorat, Paris, 1896.

5. LARRAZET. — Recherches géologiques sur la région orientale de la province de Burgos, etc. Thèse de doctorat, Paris, 1896.

de l'Espagne; en effet, dans les provinces de Valence et d'Alicante, étudiées par M. Nicklès ¹, le Gault, reposant directement sur le Néocomien et l'Aptien fossilifères, est formé tantôt par des marnes plus ou moins calcarifères ou gréseuses avec Echinides, Gastropodes et Céphalopodes, tantôt par des calcaires à *Toucasia Santanderensis*; le Cénomanién est représenté par des assises à Echinides et Ammonites et peut-être en certains points par des calcaires zoogènes; des considérations bathymétriques et l'étude des courants suffisent certainement à expliquer ces différences de faciès dans deux régions si rapprochées.

Le faciès à Céphalopodes, à Gastropodes et à Echinides domine donc dans l'Andalousie, le royaume de Murcie et la province de Valence, tandis que le faciès à Ostracées envahit la bordure crétacée de la Meseta et se poursuit jusque dans les provinces du Nord de l'Espagne.

1. NICKLÈS. — Recherches géologiques sur les terrains secondaires et tertiaires de la province de Valence. *Annales Hébert*, T. I, Paris, 1892.

IX

TERTIAIRE

De Verneuil et Collomb ont montré, dans différentes notes, qu'il existait en Espagne trois grands bassins tertiaires contemporains : les bassins du Douro, de l'Èbre, et du Tage ou de la Nouvelle-Castille; à la même époque, d'après ces savants géologues, d'autres lacs moins considérables occupaient le territoire de Teruel et de Libros, dans le Sud de l'Aragon, et s'étendaient sur une partie des provinces d'Alicante et de Murcie et dans la vallée du Guadalquivir. Les dépôts tertiaires doivent à cette grande extension, et aussi à leur situation générale sur l'emplacement des vallées actuelles, d'avoir été depuis longtemps l'objet de nombreux travaux.

Historique

Dès 1773, J. Torrubia [56], dans son Essai d'histoire naturelle, signalait le gisement fossilifère de Con cud, que Bowles [11] décrivait deux ans plus tard, mais en rapportant à l'homme et au mulet des ossements qui, en réalité, appartiennent aux animaux de la faune de Pikermi; cette erreur ne fut pas commise par Amalio Maestre [46], qui, en 1845, donnait une nouvelle description des environs de Con cud, mais sans pouvoir préciser l'âge des assises fossilifères. Cet âge fut nettement fixé par Paul Gervais [36], qui reconnut l'*Hipparion* parmi les fossiles rapportés d'Espagne par de Verneuil et Collomb.

En 1844, Max Braun [12] avait décrit avec beaucoup de soin le Tertiaire, riche en soufre, des environs de Libros (sud de Teruel); la coupe qu'il en a donnée est la plus complète de toutes celles qui ont été publiées sur la région; elle a été reproduite par tous les géologues qui, après lui, ont étudié la province de Teruel, mais qui

ont rapporté avec raison au Miocène les assises rangées par Braun dans le Pliocène inférieur.

A la suite de leur voyage en Espagne en 1852, de Verneuil et Collomb [61] ont pu préciser la constitution géologique du Tertiaire lacustre de la péninsule et y distinguer trois groupes principaux, qui se retrouvent partout dans le même ordre de superposition : le supérieur calcaire, le moyen marneux et gypseux, et l'inférieur composé d'argiles, de grès et de conglomérats. Cette description fut confirmée et complétée l'année suivante par de Verneuil et de Loria [65] ; les excursions qu'ils firent en 1853 dans le Sud de l'Aragon leur montrèrent que le Tertiaire de cette région est identique, au double point de vue pétrographique et paléontologique, à celui des bassins de l'Èbre et du Tage ; c'est à la suite de ce voyage que l'extension du Tertiaire dans les vallées du Jiloca et de l'Alfambra fut nettement indiquée pour la première fois.

De Verneuil et Lartet [68] décrivirent en 1863 le Tertiaire des environs de Segura et montrèrent qu'au-dessus des calcaires à *Lychnus* on trouvait des poudingues et des grès, qui peut-être pourraient être assimilés aux grès supranummulitiques des Pyrénées, et qui supportent les marnes à *Paludines* du Miocène.

Dans sa description géologique de la province de Teruel [27] M. de Cortázar précise l'extension des dépôts tertiaires dans la région et donne d'excellentes descriptions pétrographiques des localités les plus intéressantes ; il rapporte avec doute une partie des conglomérats de base à l'Oligocène, et au Pliocène les macignos et les gompholithes qui, dans les environs d'Alfambra, forment la partie supérieure des collines.

En 1893, D. Palacios [51] étudie le Tertiaire de la vallée inférieure du Jiloca et en démontre l'identité pétrographique et paléontologique avec celui du bassin de l'Èbre : il rapporte en outre au Quaternaire les calcaires, les argiles et les conglomérats qui, d'Amento à Villafeliche, bordent presque constamment à l'est la grande route de Teruel à Calatayud.

De l'ensemble des diverses publications que je viens d'analyser rapidement, on peut conclure :

1° Que le Tertiaire du Sud de l'Aragon présente généralement les trois grandes subdivisions indiquées par de Verneuil et Collomb ;

2° Que les variations locales dans l'importance de chaque subdivi-

vision sont nombreuses, l'une d'elles présentant quelquefois un très grand développement aux dépens des deux autres ;

3° Que souvent le calcaire supérieur et quelquefois les assises de marnes et de gypse ont été enlevés par l'érosion.

Distribution des sédiments tertiaires

Les dépôts tertiaires du Sud de l'Aragon forment une bande continue qui s'étend du nord au sud depuis Villafeliche jusqu'à Libros ; cette bande, dont la largeur varie de 4 kilom. à 28 kilom., présente des contours assez irréguliers, que j'ai figurés sur les cartes (Pl. I et II) ; elle forme ce que Fed. de Botella [10] a nommé Cañada del Idubeda (coupure du plateau Idubeda) et correspond sensiblement aux vallées actuelles du Jiloca, du Guadalaviar et de l'Alfambra. L'étude de ces trois vallées va me permettre d'indiquer l'extension du Tertiaire dans la région que j'ai parcourue.

VALLÉE DU JILOCA. — Depuis sa source jusqu'à Monreal del Campo, le rio Jiloca coule au milieu de sédiments tertiaires, limités à l'est et à l'ouest par des dépôts jurassiques, et formant une bande étroite dont la largeur moyenne est d'environ 6 kilomètres. Près de Caminreal, cette bande s'élargit brusquement et s'étend jusqu'aux environs de Montalban et de Segura ; elle occupe alors l'axe ancien de la Chaîne Ibérique et est limitée à l'ouest par la bande cambrienne de Murero, à l'est par le Crétacé de la Rocha et le Cambrien de Badules. Les eaux de ce plateau tertiaire sont recueillies par les cours supérieurs des rios Martin et Huerva, tributaires de l'Èbre, mais surtout par le rio Pancrudo, principal affluent du Jiloca ; à 2 kilomètres environ au sud de Luco, ce dernier fleuve pénètre dans la bande cambrienne de Murero, qu'il quitte près de Villafeliche ; mais, dans ce parcours, entre les villages de Burbaguena et de Murero, la vallée actuelle du Jiloca est creusée dans des conglomérats et des marnes rouges tertiaires, qui forment une bande large de quelques centaines de mètres à peine, mais dont les relations stratigraphiques et paléontologiques avec le grand plateau miocène de Lechon et de Retascon sont bien évidentes.

VALLÉES DE L'ALFAMBRA ET DU GUADALAVIAR. — Le rio Alfambra, dans tout son cours inférieur, depuis Villalba alta jusqu'à Teruel, occupe l'axe d'une vallée tertiaire parallèle à celle du haut Jiloca. Ces deux vallées sont séparées, dans leur partie médiane, par le Jurassique de la Sierra Palomera ; mais elles communiquent entre

elles au nord, près de Portarubio, et elles viennent se réunir au sud, au pied même de la Peña Palomera et aux environs de Celadas, pour former une vallée unique désignée souvent sous le nom de Vega de Teruel ; c'est dans cette vallée que coule le rio Guadalaviar de Gea à Teruel (confluent de l'Alfambra), et de Teruel à Libros. Très large encore aux environs de Villastar, la vallée se resserre brusquement un peu au nord de Villel, pour s'élargir de nouveau plus au sud dans le Rincon de Ademuz (province de Valence).

VALLÉE DE L'ÈBRE. — Les sédiments tertiaires de la vallée de l'Èbre limitent au nord-est la région que j'ai étudiée ; ils viennent reposer en discordance sur les terrains secondaires qui bordent la Chaîne Ibérique, et j'ai déjà eu l'occasion de les signaler dans l'étude que j'ai faite précédemment des anticlinaux d'Andorra et de Calanda.

Descriptions locales

La constance des caractères généraux de la série tertiaire me permettra de la décrire rapidement ; il me suffira d'étudier quelques coupes prises en des points assez éloignés et présentant, soit la succession complète des diverses assises, soit des niveaux fossilifères permettant de fixer l'âge des différentes zones.

La coupe suivante (fig. 43), prise près de Libros, au sud de Teruel, est la plus complète de toutes celles que j'ai pu relever dans cette région.

Le Tertiaire y repose en discordance très nette sur les calcaires dolomitiques de l'Infralias, bien développés au village même de Libros. Il débute par une masse puissante de conglomérats, de grès, de sables et de marnes rouges, dont l'épaisseur est d'environ 100 mètres. Les conglomérats sont surtout abondants à la base ; ils ont été formés en grande partie aux dépens des calcaires jurassiques, mais ils renferment quelques fragments de quartzites provenant de la chaîne silurienne de Collado de la Plata. Les marnes sont assez bien développées à la partie supérieure, où elles alternent avec des sables ferrugineux non fossilifères ; les bancs les plus élevés deviennent gypseux et montrent une tendance au régime lagunaire qui va s'établir définitivement aux environs de Libros et de Riodeva.

Les assises supérieures sont en effet formées par des bancs de gypse alternant d'une façon assez régulière avec des marnes gypseuses et quelquefois bitumineuses ; quelques lits calcaires, disséminés dans toute la masse, renferment de nombreux Planorbes et quelques Lymnées :

Planorbis Mantelli Dunker

— (*Gyrorbis*) *declivis* Braun

Lymnæa Heriacensis Fontannes

Au milieu de cette zone, puissante de 70 mètres, on peut observer une couche régulière de marne gypseuse imprégnée de soufre ; ce banc, d'une épaisseur moyenne de 1 mètre, renferme de très

N.E.

S.O.

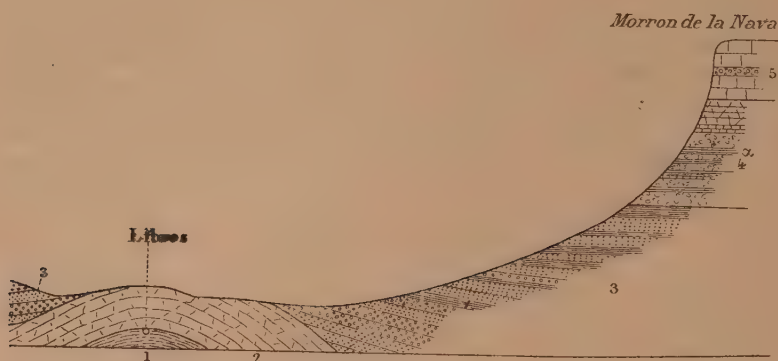


Fig. 43. — COUPE DU VILLAGE DE LIBROS AUX MINES DE SOUFRE

1 — Marnes irisées (Trias).

2 — Calcaire dolomitique (Infralias).

3 — Conglomérats, grès et argiles, 100 m. (Tertiaire).

4 — Marnes, gypse et soufre, avec bancs calcaires à *Planorbis* 70 m.

5 — Calcaire à *Planorbis* et à *Paludines*, 35 m.

Pontien.

Echelle des longueurs $\frac{1}{50.000}$ des hauteurs $\frac{1}{5.000}$

nombreux exemplaires des fossiles précédents, dont le test est souvent très bien conservé, et dont le moule est formé de soufre presque pur¹.

1. Le soufre des environs de Libros a été assez activement exploité depuis la fin du XVIII^e siècle, jusqu'en ces dernières années (Voir Cortázar [27] page 282). — Max Braun [12], qui le premier en a décrit avec soin le gisement, observa que le soufre était intimement lié à la présence des matières organiques et devait dépendre d'elles ; il fit remarquer que, dans les marais, il pouvait se former du soufre lorsque la décomposition des matières organiques a lieu en présence d'un sulfate.

En 1867, Fraas (Geologisches aus dem Orient), étudiant les dépôts de gypse et de soufre qui se sont formés sur les bords de la mer Rouge à une époque relativement peu éloignée de la nôtre, attribua la présence du soufre à l'oxydation

Les fossiles que je viens de citer se retrouvent un peu plus au nord, dans des assises occupant la même position stratigraphique et caractérisées par *Hipparion gracile*. Je puis donc rapporter les marnes et les gypses des environs de Libros au Miocène supérieur.

Le sommet du plateau est formé par des calcaires plus ou moins compacts, souvent dolomitiques, qui m'ont fourni quelques rares exemplaires de *Planorbis Mantelli* et des Paludines spécifiquement indéterminables; ces assises appartiennent vraisemblablement au même étage que les marnes sous-jacentes. Au milieu de ces calcaires se trouve un banc de conglomérat, de 5 mètres de puissance environ, dont la présence montre que le régime de sédimentation était assez

par l'air de l'acide sulfhydrique; cet acide, pour le savant allemand, provenait de l'action sur le gypse des gaz produits pendant la putréfaction.

On sait aujourd'hui que lorsque des matières organiques se décomposent dans des eaux séléniteuses, les bactéries anaérobies de la putréfaction réduisent le sulfate de chaux et produisent de l'acide sulfhydrique, qui s'oxyde en déposant du soufre; cette oxydation peut se faire, soit au contact de l'air, soit, comme le pense M. Munier-Chalmas, au contact de l'oxygène en dissolution dans l'eau. Or, à l'époque pontienne, la vie était très active aux environs de Libros et la couche de marne gypseuse avec soufre est pétrie de restes organiques (Planorbes, Lymnées et tiges de plantes aquatiques), dont la décomposition explique la production du soufre que l'on observe actuellement.

Les gisements de soufre des bords de la mer Rouge, de Girgenti (Sicile), de Szwozowice (près de Cracovie), qui renferment tous du gypse imprégné de bitume, sont certainement dus aux mêmes actions physiologiques et chimiques.

La présence du soufre dans les dépôts est donc intimement liée à celle de l'acide sulfhydrique dans les eaux: cet acide se trouve assez abondamment, à l'époque actuelle, dans les eaux des lagunes ou des mers presque complètement fermées. Les beaux travaux de M. Androussow ont montré que dans la mer Noire, de 100 à 1.200 brasses, la quantité d'acide sulfhydrique dissous variait de 33 à 655 cent. cubes par 100 litres d'eau (à 0° C. et 760^{mm} de pression). Pour MM. Zélinisky et Broussilovsky (Über die Schwefelwasserstoffgärung im Schwarzen Meere: *Südrussische medizinische Zeitung*. Odessa, 1893), cet acide provient de l'action du *Bacterium hydrosulfuricum ponticum* sur les matières albumineuses et surtout sur les sulfates et les sulfites. M. Androussow pense que la plus grande partie de l'acide sulfhydrique est due à l'action des bactéries anaérobies sur les matières organiques, si nombreuses au fond de la mer Noire; une partie de cet acide contribue à la formation des sulfures de fer très abondants dans les profondeurs; l'autre partie reste en dissolution dans l'eau et s'oxyde, soit directement, soit, comme le croit M. Egunow, par l'action des sulfobactéries (Schwefelbakterien der Odessaer Limane. *Archives Sciences biologiques*, St-Petersbourg III, Lief. 4, 1895. — Bakteriengesellschaften. *Arbeiten d. Warschauer Naturforscher Gesellschaft für 1894-95*, Lief. VIII). Tout récemment, M. Androussow a démontré (Der Adschidarja oder Karabugas-Busen: *Petermanns Mitteilungen*, Bd 43, p. 31, 1897) que sur les bords de la Caspienne, dans le golfe de Karabugas, pouvaient s'observer les mêmes phénomènes de production abondante et d'oxydation de l'acide sulfhydrique.

variable à la fin du Pontien, dans les lacs de Libros et de Riodeva.

L'étude de la coupe précédente ne nous permet pas de fixer l'âge des puissants conglomérats et grès de la base ; ils sont certainement antérieurs au Pontien, mais il est impossible d'indiquer la date du début de leur formation aux environs de Libros ; après leur dépôt, pendant toute la durée du Miocène supérieur, il s'est établi au sud de Teruel un régime lagunaire, suivi du régime lacustre qui a précédé l'émersion définitive de la province.

Les différentes assises tertiaires acquièrent un très beau développement aux environs de Teruel, et une coupe prise un peu au nord de la ville, entre Concud et El Campillo, montre nettement l'allure générale et la succession des assises miocènes dans cette partie du bassin tertiaire (fig. 44). Ce bassin est limité au sud-ouest par le Jurassique moyen de El Campillo ; au nord-est de la coupe j'ai figuré les calcaires bajociens qui affleurent près de Concud, dans le barranco de la Cueva rubia ; ces calcaires sont fortement inclinés vers l'ouest (60° à 70°) ; ils forment le prolongement de la Sierra Palomera, mais ils sont recouverts par le Miocène supérieur et n'affleurent que dans les ravins ; un peu plus au nord, cependant, j'ai vu disparaître leur couverture tertiaire.

A la base de la série, reposant en discordance sur le Jurassique, j'ai observé des marnes rouges très puissantes avec nombreux bancs de conglomérats à éléments assez fins. Ces assises, non fossilifères, sont faciles à observer dans la vallée du Turia et entre Teruel et El Campillo, au contact du Jurassique. Les bancs de conglomérats disparaissent presque complètement à la partie supérieure, composée surtout de marnes et d'argiles rouges, exploitées pour poteries dans les faubourgs de Teruel et renfermant quelques bancs de sables et de grès, souvent ferrugineux.

Ces assises supportent des marnes blanches assez épaisses, avec intercalations de bancs de calcaire marneux. Les marnes blanches et les calcaires sont souvent très fossilifères ; ils forment parfois la partie supérieure des plateaux qui environnent Teruel, mais ils sont, le plus souvent, recouverts par des bancs de poudingues, dont l'épaisseur habituelle est de 2 à 3 mètres à peine, mais qui atteignent 12 mètres à la Casa de Mision de San Vicente de Paul. Les marnes blanches sont faciles à étudier aux environs de Teruel et de Concud, où j'ai recueilli les espèces suivantes :

Planorbis Mantelli Dunk.

— (*Gyrorbis*) *declivis* Braun

— cf. *Mariæ* Mich.

Lymnæa Heriacensis Fontannes

— sp. du groupe de *L. turrita* Klein

Glandina inflata Reuss

Helix moguntina Desh.

Helix nov. sp.

Hydrobia ventrosa Mont.

Hydrobia sp.

Valvata sp.

Cette faune est surtout caractérisée par la très grande abondance de *Planorbis Mantelli*; les exemplaires de *Lymnæa Heriacensis* et *Glandina inflata* y sont également assez nombreux. Le *Planorbis Mantelli* a été signalé par MM. Bertrand et Kilian dans le Miocène supérieur d'Andalousie, et il est caractéristique des couches à Hipparion du Léberon.

M. Depéret a bien voulu vérifier mes déterminations et comparer mes fossiles avec ceux du Bassin du Rhône, qu'il a si bien étudié. D'après lui, la *Lymnæa Heriacensis*, assez commune aux environs de Teruel, est identique à celle des couches à Hipparion de la Croix-Rousse, à Lyon. La *Glandina inflata* se rencontre à tous les niveaux, depuis l'Aquitanién jusqu'au Miocène supérieur; mais les échantillons trouvés aux environs de Concud montrent des stries d'accroissement très marquées, qui semblent caractériser les *Glandina inflata* du Miocène supérieur.

Ces marnes sont particulièrement fossilifères à Teruel, près du cimetière, le long de la route d'Alfambra et du chemin qui conduit à El Campillo; elles forment en outre la partie supérieure de Santa Barbara et des collines qui dominent la ville. C'est sur elles qu'est bâti le village de Concud, célèbre dès la fin du siècle dernier pour sa richesse en ossements fossiles; à l'est du village, en effet, la coupe, fig. 44, nous montre la succession suivante :

1° Calcaires jurassiques à *Perisphinctes Martiusi* du barranco de Cueva rubia (inclinaison 70° vers l'ouest).

2° Marnes et sables rouges avec bancs de galets formant la petite plaine située à l'est du village et inclinés de 5° environ vers le sud-ouest.

3° Marnes blanches fossilifères à *Planorbis Mantelli*; vers la partie inférieure de ces marnes, on peut observer une couche plus argi-

leuse (xx), de 40 centimètres d'épaisseur environ, qui a été exploitée autrefois pour sa richesse en phosphate et qui renferme de nombreux débris de Mammifères. J'y ai trouvé des molaires inférieures et supérieures d'*Hipparion gracile*, un astragale d'un petit ruminant de la taille du chevreuil, et une canine de *Hyæna*. Vilanova, qui avait exploré avec grand soin cette localité classique, y cite [72] la présence de :

Hyænictis græca Gaudry
Tragocerus amaltheus Gaudry
Gazella sp.

déjà signalés dans les assises de Pikermi par M. Gaudry, et décrits par lui dans ses Études sur les animaux fossiles de l'Attique (1862-1867).

Les marnes blanches du barranco de Cueva Rubia sont identiques à celles de Teruel et elles renferment la faune que j'ai citée précédemment ; le *Planorbis Mantelli*, en particulier, se trouve assez abondant dans les bancs situés au-dessus et au-dessous de l'assise à *Hipparion gracile*. Ces marnes blanches, qui, dans cette localité, sont puissantes de plus de 75 mètres, renferment en outre plusieurs lits de gypse, dont le plus important (x) est assez activement exploité.

La couche marneuse, riche en Vertébrés, est très localisée, cependant elle n'est pas spéciale à Concud ; au nord-est de Teruel, les marnes blanches qui forment la partie supérieure de la colline de Santa Barbara (fig. 45, c.) m'ont fourni 2 molaires, 1 incisive, et des os du carpe de *Hipparion gracile*.

L'étude des environs de Concud et de Santa Barbara montre donc que les marnes blanches calcarifères de Teruel appartiennent au Miocène supérieur ; les marnes gypseuses de Libros, qui renferment la même faune d'Invertébrés, représentent également le Pontien.

A cette époque, la région de Teruel était occupée par des lagunes et des lacs dans lesquels la sédimentation pouvait varier à chaque instant, et des coupes prises dans des localités voisines montrent souvent des différences très grandes dans la nature des sédiments déposés à une même époque.

Un des exemples les plus frappants de ces variations peut être pris à 5 kilomètres au nord-est de Teruel, dans le barranco Salobral, comme le montre la coupe (fig. 45) relevée perpendiculairement à ce ravin. La colline qui sépare le ravin de la route d'Alfambra nous montre la succession ordinaire signalée à Teruel et à Concud. Sur le Jurassique, qui affleure le long de la route de Teruel à Alfambra, en face des bains de la ville, reposent :

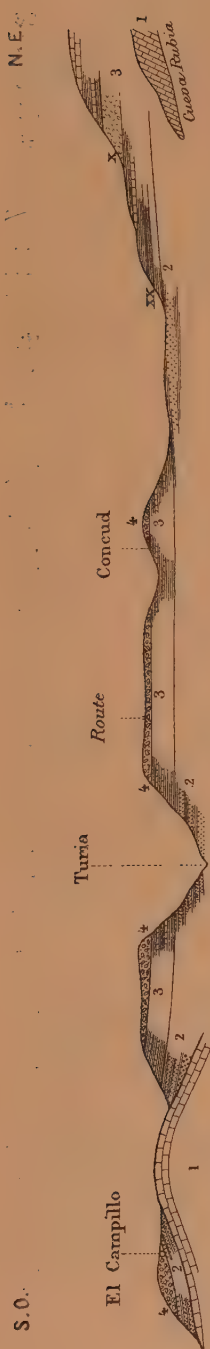


Fig. 44. — COUPE DE EL CAMPILLO A CONCUED.

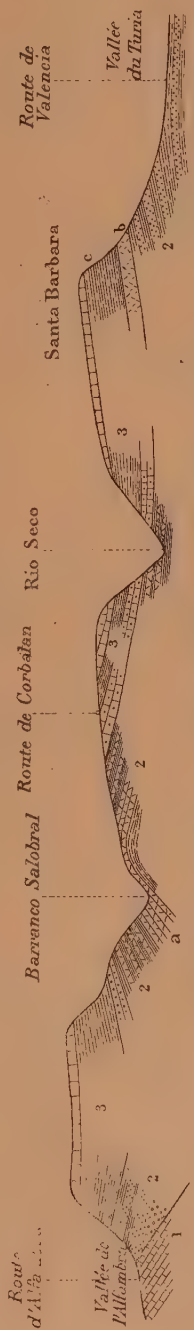


Fig. 45. — COUPE DU BARRANCO SALOBRAI A SANTA BARBARA.

- 1 — Calcaires du Jurassique moyen.
 2 — Poudingues, sables et marnes rouges ; a. marnes gypseuses avec cristaux de dolomie.
 3 — Marnes blanches avec bancs de calcaire marneux et de grès.

xx et c : Couches à *Hipparion* de Concuéd et de Santa Barbara.
 x et b : Gypse exploité de Concuéd et de Teruel.
 4 — Poudingues supérieurs.

Fig. 44. — Échelle des longueurs	$\frac{1}{80.000}$	1	Échelle commune des hauteurs	$\frac{1}{42.500}$
Fig. 45. —	—	—	—	—
				30.000

1° Des poudingues, des sables et des marnes rouges non fossilifères, dont l'épaisseur visible atteint environ 50 mètres ;

2° Des marnes blanches à *Planorbis Mantelli*, de 50 mètres d'épaisseur, surmontées par un banc de calcaire plus dur qui forme le sommet du plateau ; au milieu de ces marnes blanches, j'ai observé plusieurs lits de gypse très peu épais et quelques bancs de lignite.

Dans le barranco Salobral, les sables et les marnes rouges de la base disparaissent presque complètement et font place à des assises de marnes vertes ou rouges, dont l'épaisseur varie de un centimètre à un mètre, qui alternent régulièrement avec des bancs de gypse en général plus puissants ; ces différentes assises, visibles sur plus de 50 mètres, sont assez fortement plissées ; l'une d'elles, qui affleure nettement dans la partie inférieure du ravin, contient de très nombreux cristaux de *dolomie*¹ (*Teruelite*) engagés dans une

1. Les cristaux de dolomie des environs de Teruel ont été signalés et étudiés pour la première fois, en 1845, par AMALIO MAESTRE [46] qui les regardait comme un minéral non encore décrit, auquel il donna le nom de *Teruelite*. Plus tard BREITHAUPT les considéra comme une variété de Bitterspath, analogue à celle qu'il avait trouvée dans le gypse du Tyrol (*Breunérite*). — HADY (Traité de Minéralogie, t. I, p. 419), les rangeait dans les carbonates de chaux et de magnésie, et DES CLOIZEAUX, dans son Manuel de Minéralogie (t. II, fasc. 1, page 134, 1874), cite les environs de Teruel où la dolomie se rencontre en cristaux remarquables par leur transparence et leur pureté.

QUIROGA en donna une description minéralogique très détaillée et une analyse qualitative fort exacte dans les *Anales de Historia natural*, t. II, p. 249, 1873 ; il montra que la *Teruelite* différait assez notablement de la *Breunérite* de Breithaupt et constituait une variété remarquable de dolomie.

En 1880, M. BRUN publia dans la *Zeitschrift für Kristallographie*, (t. V, p. 104), une étude cristallographique et une analyse quantitative de la dolomie de Teruel ; à côté des rhomboèdres *e*³ dominants, il signale la combinaison de cette forme et du rhomboèdre *p* avec *a*¹ souvent corrodé ; la dolomie renferme une petite quantité de fer et sa couleur brunâtre est due à des grains noirs opaques de fer magnétique.

M. GAUBERT, préparateur de minéralogie au Muséum, a bien voulu étudier les échantillons que j'ai rapportés de mes excursions et en faire l'analyse. Les résultats qu'il a obtenus confirment ceux qu'a publiés M. Brun ; mais M. Gaubert attribue la couleur noir-grisâtre de la dolomie à des matières charbonneuses, assez abondantes dans les cristaux et plus rares dans les masses gypsifères qui les entourent (*Note inédite de M. Gaubert*).

Ces cristaux de dolomie ne sont pas particuliers aux environs de Teruel, mais se rencontrent assez fréquemment dans les assises sédimentaires ; outre les localités indiquées par Des Cloizeaux dans son Manuel de Minéralogie, je puis citer les environs d'Alcoy, où Vilanova les a signalés « dans des gypses provenant des argiles dites irisées » (*B. S. G. F.*, 3^e sér., t. VIII, p. 309) ; M. Lacroix m'en a montré des cristaux provenant du Trias des Landes.

marne très gypsifère : au-dessus de ce banc, riche en carbonates ferro-magnésiens, j'ai observé 5 mètres environ de gypse rouge renfermant encore des cristaux de Teruelite, mais beaucoup moins abondants. Les assises du barranco Salobral rappellent, au point de vue pétrographique, les marnes bariolées du Trias, avec lesquelles elles ont été souvent confondues, et la rencontre de quelques cristaux de quartz bipyramidé (Hyacinthes de Compostelle), si communs dans le Keuper, vient encore compléter la ressemblance ; mais l'étude stratigraphique montre qu'elles appartiennent nettement au Tertiaire et sont inférieures au Pontien fossilifère. Elles sont surmontées par plusieurs assises de marnes et de grès rouge (5 mètres) qui supportent un banc de grès assez dur, puis des calcaires compacts, non fossilifères, sur lesquels est établie la route de Corbalan.

En poursuivant la coupe vers le sud-ouest, on voit les mêmes couches affleurer dans le ravin du rio Seco ; les marnes bariolées vertes et rouges, avec bancs de gypse, en forment la partie inférieure, mais la zone riche en Teruelite n'affleure pas ou bien a peut-être déjà disparu.

Au-dessus de ces marnes on retrouve les bancs de grès et de calcaire, puis les marnes blanches à *Planorbis*, souvent cachées d'ailleurs par les éboulis du calcaire qui couronne les plateaux.

Plus au sud-est, vers la route de Valence, on observe de nouveau la succession normale, à peu près telle que nous l'avons vue près de la route d'Alfambra :

1° Les marnes et argiles rouges, avec bancs de sables et de poudingues à petits éléments, sont particulièrement bien développées aux portes mêmes de Teruel, où elles sont exploitées assez activement pour la fabrication des poteries ;

2° Les marnes blanches à *Planorbis Mantelli* et à *Hipparion* sont faciles à observer à la colline de Santa Barbara ; à leur base se trouve un banc de gypse saccharoïde assez puissant, exploité pour les constructions de Teruel. M. de Cortázar, qui a beaucoup étudié la région, attribue ce gypse à la transformation d'un carbonate de chaux primitif (27) ; les assises inférieures, les meilleures au point de vue industriel (piedra buena), ne sont pas fossilifères ; mais à la partie supérieure (losilla), j'ai recueilli quelques exemplaires de *Glandina inflata* avec des *Helix* à forme globuleuse ; M. Douxami, qui a étudié ces *Helix*, les considère comme appartenant à une espèce nouvelle, voisine de *Campylea insignis* Schübler. M. de Cortá-

zar cite en outre, dans les mêmes gypses et dans des couches argileuses en contact avec eux, des débris de Poissons, de Batraciens et une mandibule de *Palæomeryx*.

3° Enfin, la partie supérieure de Santa Barbara est formée par un banc de calcaire dur, qui occupe le sommet d'un grand nombre de plateaux de la région.

VALLÉE DE L'ALFAMBRA. — Le Tertiaire se retrouve avec les mêmes caractères généraux dans toute la vallée de l'Alfambra, et des coupes prises dans cette région seraient identiques à celle de Concud, avec un développement des poudingues supérieurs souvent beaucoup plus considérable. A 4 kilomètres au sud de Perales, à la Venta de Caracol, les sédiments tertiaires disparaissent presque complètement, par suite d'un bombement assez considérable des calcaires jurassiques sous-jacents ; les marnes rouges et les marnes blanches font tout à fait défaut et le Jurassique est à peine recouvert par des poudingues, épais de quelques décimètres ; la succession normale reparaît de nouveau au nord de Perales.

VALLÉE DU JILOCA. — Le Miocène est très peu développé dans toute la haute vallée du Jiloca, sur l'emplacement du dôme triasique dont j'ai parlé précédemment ; si nous suivons la route de Teruel à Monréal, nous observons en effet les faits suivants :

1° De Teruel à la Venta de Concud, les sédiments tertiaires sont très puissants et les marnes rouges et blanches sont partout bien visibles.

2° A 10 kilomètres de Teruel, en face de Caudet, la route atteint le sommet d'un plateau, qu'elle va suivre jusqu'au-delà de Villafraanca ; le Trias, qui forme l'axe du dôme, et le Jurassique inférieur sont alors à peine recouverts par les poudingues tertiaires, dont la puissance atteint 8 à 10 mètres dans la plaine cultivée de Torremocha, mais est réduite à quelques centimètres en face de Singra.

3° A partir de Monréal, les assises tertiaires sont de nouveau bien développées ; elles présentent la même succession et la même faune qu'aux environs de Teruel, comme le montrent les nombreux ravins entamant le vaste plateau tertiaire qui occupe l'axe de la Chaîne Ibérique et s'étend de Cutanda (province de Teruel) jusqu'aux environs de Torrelapaja (limite des provinces de Saragosse et de Soria).

Pour bien montrer la constance de ces caractères généraux, je donnerai encore une coupe (fig. 46) prise aux environs de Villa-

feliche (province de Saragosse), perpendiculairement à la route de Teruel à Calatayud.

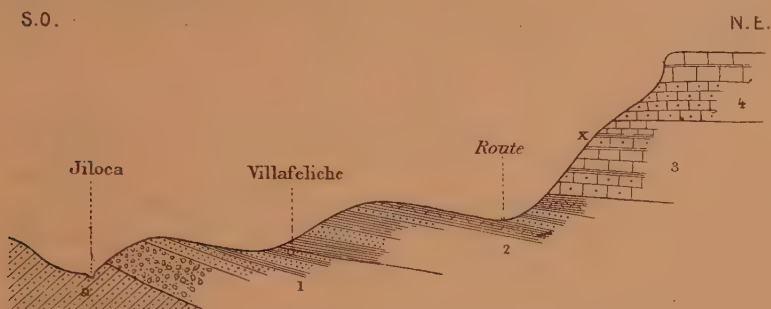


Fig. 46. — COUPE DES ENVIRONS DE VILLAFELICHE

- a — Quartzites cambriens.
- 1 — Conglomérats, poudingues et marnes.
- 2 — Marnes rouges et blanches, avec quelques bancs de sable, 60 m.
- 3 — Marnes, calcaires marneux et grès calcarifères à *Planorbis Mantelli*, 50 m.
- 4 — Calcaires et grès calcarifères, 40 à 45 m.

Échelle des longueurs : $\frac{1}{10\ 000}$; des hauteurs : $\frac{1}{5000}$

Sur les quartzites cambriens, inclinés de 40° vers l'ouest, reposent :

1° Des conglomérats et des sables formés aux dépens des quartzites sous-jacents et visibles sur 30 mètres de puissance. A la partie supérieure, les lits de poudingues et de sable sont séparés par des assises marneuses, dont l'épaisseur va en augmentant, de sorte que l'on passe insensiblement à la zone suivante.

2° Marnes rouges, avec intercalation de quelques bancs de sable, sur lesquelles est établie la route de Calatayud ; ces marnes rouges, souvent très argileuses, sont quelquefois exploitées pour la fabrication des tuiles et des poteries ; la partie supérieure devient gypseuse et renferme même, aux environs de Daroca par exemple, des bancs de gypse, dont l'emplacement est marqué par des fours à plâtre assez nombreux.

3° Alternance de grès calcarifère, de marnes blanches et rouges et de calcaire marneux ; les bancs de marnes sont fossilifères et, à la partie supérieure de la zone, j'ai trouvé, à Daroca et à Villafeliche, *Planorbis Mantelli* et *Hydrobia ventrosa*, qui permettent de rapporter ces assises au Miocène supérieur.

4° La série se termine par des calcaires et des grès calcarifères sans fossiles, qui forment la partie supérieure du plateau.

La succession est donc identique à celle que j'ai décrite près de Teruel; mais les marnes blanches fossilifères paraissent moins développées et moins fossilifères au nord de Daroca qu'aux environs de Concud et de Libros.

Formation et âge des bassins tertiaires du Nord de l'Espagne

Cette succession, comme je l'ai indiqué précédemment d'après les travaux de E. de Verneuil [61 à 67], se retrouve dans les bassins tertiaires de l'Ebre, du Douro et des Castilles. E. de Verneuil et Collomb [61] avaient montré, dès 1852, qu'un des traits caractéristiques de la géologie du Nord et du Centre de l'Espagne était la formation de *grands dépôts d'eau douce, restes d'anciens lacs* dans lesquels la sédimentation et la faune avaient été identiques; les deux savants français avaient conclu de leurs études que *ces lacs étaient contemporains et que leur existence remontait à l'époque miocène*. L'existence de ces lacs d'eau douce, nécessairement très longue puisqu'en certains points l'épaisseur des dépôts tertiaires accumulés dépasse 350 mètres, *supposait une autre configuration de la péninsule*, les eaux de la Meseta ne pouvant évidemment compenser l'énorme évaporation dans les lacs.

L'année suivante, à la suite de son voyage en Espagne avec de Lorière, E. de Verneuil [64] renonçait, du moins pour le Bassin de l'Ebre, à l'hypothèse de l'existence d'un lac d'eau douce pendant tout le Miocène; l'étude des environs de Remolinos et de Valtierra, où les bancs de marnes alternent avec des couches puissantes de gypse, de sel et de sulfate de soude, fit penser au savant géologue français que le Bassin de l'Ebre avait été, à l'époque miocène, « un golfe baigné par la mer dans sa partie inférieure et occupé, dans sa partie supérieure, par les lacs salés dont la dessiccation a produit les divers sels qu'on y retrouve aujourd'hui ». Dans la même excursion, d'ailleurs, les deux géologues français avaient trouvé des calcaires pétris de *Potamides* et de *Cérithes* indéterminables entre Muniesa et Belchite et dans les collines de Fuendetodos (province de Saragosse).

L'existence des lagunes à l'époque tertiaire, acceptée en partie par Casiano de Prado¹, ne fut pas admise par la majorité des

1. CASIANO DE PRADO. — Descripción física y geológica de la provincia de Madrid, 1864.

géologues espagnols. D. Botella y de Hornos, dans son étude sur les mers anciennes de la péninsule [10], décrit la formation de lacs d'eau douce qu'alimentaient d'une façon suffisante les eaux de pluie tombant sur le plateau ancien ; il attribue les dépôts de sulfates et de chlorures à des émanations suivies d'actions chimiques, avec précipitation des sels en raison inverse de leur solubilité.

M. de Cortázar, dans ses belles monographies des provinces de Valladolid ¹, de Cuenca [26], de Teruel [27], admit l'existence de lacs d'eau douce, caractérisés par une faune à Lymnées et à Planorbes, nombreux surtout à la partie supérieure de la série tertiaire ; pour expliquer la présence du gypse, si abondant dans la zone moyenne, il supposa qu'il avait existé autrefois dans la région de nombreux geysers, avec sources sulfureuses et sources chargées de carbonate calcique et de sulfures alcalins ; en outre, comme les dépôts tertiaires sont (d'après les cartes géologiques espagnoles), entourés en grande partie par la formation triasique, les cours d'eau venant du plateau secondaire ont dû amener dans le lac une certaine quantité de sel emprunté au Trias. A différentes reprises, M. de Cortázar établit des comparaisons pétrographiques et paléontologiques entre les lacs d'Espagne et le Bassin tertiaire de Paris, où les mêmes phénomènes geysériens se seraient produits : il considère en particulier les marnes gypseuses comme représentant le Ludien et le Sannoisien (système « Priocène »).

En 1896, M. Calderon publia une étude très documentée sur la formation du sel et des sulfates dans le Tertiaire de l'Espagne [17]. Pour ce savant géologue, les différents sels qui se présentent en assises parfois très puissantes ne sont dus, ni à des éruptions, ni à des sources minérales dont la composition et l'emplacement auraient été très variés ; comme M. de Cortázar, il admet que les lacs tertiaires ne communiquaient pas avec la mer ; il les compare aux grands lacs actuels de l'Asie centrale et de l'Utah, dont la faune était primitivement lacustre ², et dont les eaux se sont enrichies progressivement de différents sels amenés par les rivières : lorsque l'évaporation devient supérieure à l'apport, la concentration en certains points peut être suffisante pour que les sels se déposent.

M. Calderon explique donc de la façon suivante la formation des diverses assises tertiaires dans les lacs de la Péninsule :

1. D. DE CORTÁZAR. — Descripción física, geológica y agrológica de la provincia de Valladolid. — *Mem. Com. Map. Geol. Esp.*, 1877.

2. CHATARD. — *Amer. Journ. Scienc.*, XXXVIII, 1889.

1^o La série inférieure, composée surtout de poudingues, de conglomérats et de grès, est due à un régime éminemment pluvieux ; les alternatives de poudingues, de grès fins et de sédiments quelquefois chimiques, proviennent des recrudescences et des diminutions dans l'apport des eaux.

2^o La série moyenne correspond à une période où les eaux étaient vaseuses et la faune pauvre ; de petites îles se sont formées au milieu des lacs lorsque l'apport d'eau de pluie a diminué ; pendant les grandes sécheresses, les eaux se concentrent entre ces îles, et le gypse, le sel et les sulfates se déposent ; aussi, les amas de gypse et des autres sels ne sont pas continus, mais se présentent fréquemment en lentilles, à des niveaux très variés.

Ces différents sels proviennent, pour la plus grande partie, des assises triasiques qui bordent les lacs : ils ont été dissous par les eaux courantes et transportés par les rivières ; quelques-uns ont pu se former par réactions chimiques dans des eaux concentrées.

Pour M. Calderon, le même phénomène s'est produit à l'Eocène supérieur dans le bassin de Paris, où le gypse est dû, non à des phénomènes geysériens, mais à une évaporation dans des lacs peu profonds ; les bancs de marnes intercalées proviendraient de l'apport par les fleuves tributaires.

3^o Enfin les lacs, certainement peu profonds à la fin de l'époque terminale, ont été occupés par des eaux à courant marqué qui ont déposé les sédiments calcaires de la série supérieure.

Ainsi, suivant M. Calderon, le gypse, le sel et les sulfates se seraient déposés dans des lacs d'eau douce ; ils proviendraient du Trias, aujourd'hui profondément dénudé, qui entoure d'une façon presque ininterrompue les lacs miocènes.

Cette bande triasique apparaît nettement en effet sur les cartes géologiques d'Espagne ; mais les géologues espagnols ont rapporté au Trias les puissants calcaires dolomitiques, supérieurs aux marnes irisées, qui appartiennent vraisemblablement au Jurassique inférieur ; ce sont eux qui, assez souvent, bordent les lacs tertiaires ; dans la région que j'ai parcourue, les marnes irisées gypsifères du Trias supérieur, d'ailleurs relativement peu puissantes, ne forment qu'exceptionnellement la bordure des lacs tertiaires ; ceux-ci sont limités presque entièrement par les quartzites et les schistes primaires et par les calcaires jurassiques et crétacés.

J'admets la comparaison faite par MM. de Cortázar et Calderon

entre le Ludien et l'Oligocène du bassin de Paris et le Tertiaire moyen des lacs espagnols : ces dépôts de marnes avec gypse et sel se sont formés dans les mêmes conditions de sédimentation.

Les beaux travaux de Dieulafait ¹ ont démontré que les dépôts gypsifères et salifères du Trias et du Tertiaire étaient sédimentaires et avaient dû se former dans des lagunes. Les nombreuses observations de M. Munier-Chalmas ², le plus souvent inédites il est vrai, ont prouvé que la théorie de Dieulafait s'applique entièrement au Bassin de Paris : pendant l'Eocène moyen et supérieur et l'Oligocène, la communication de ce bassin avec la mer a souvent été difficile ou interrompue, et à la formation de golfes peu profonds et peu largement ouverts ou de lagunes, correspondent les dépôts de gypse et quelquefois de sel lorsque la concentration des eaux a été suffisante.

Il en a été de même en Espagne pendant toute la période tertiaire. A la fin du Crétacé, la plus grande partie de la Péninsule se trouvait élevée au-dessus du niveau de la mer ; pendant l'Eocène inférieur, un affaissement se produisit dans le nord de l'Espagne, et à l'époque yprésienne, la mer s'étendait largement au Nord des bassins de l'Ebre et du Douro, sur l'emplacement actuel des Pyrénées ; pendant que la mer déposait dans cette région les assises fossilifères de l'Yprésien, du Lutétien et du Bartonien, bien étudiées par M. Carez ³, elle s'étendait certainement plus au sud, couvrant une partie des bassins tertiaires de l'Ebre et du Douro ; mais là, les assises de base ne sont plus fossilifères : elles sont formées par des poudingues et des conglomérats dont les éléments sont de nature très variable et toujours empruntés aux roches immédiatement avoisinantes ; une partie de ces conglomérats a pu, d'ailleurs, être due à l'action des eaux descendant du plateau émergé.

Cette formation de poudingues n'était certainement pas uniforme, et des lagunes pouvaient s'établir en certains endroits, tandis que des grès se déposaient dans des localités voisines. Les premiers fossiles que nous trouvons dans ces assises sont *Lymnaea longiscata* et *Planorbis goniobasis*, caractéristiques du calcaire de Saint-Ouen ; leur présence, signalée par M. de Cortázar dans les provinces de

1. DIEULAFAIT. — *Annales de Chimie et de Physique*, t. XII à XV — *C. R. Ac. Sc.*, t. XCII et XCIV.

2. MUNIER-CHALMAS in BERTRAND. — Réunion extraordinaire de la Société géologique de France. — *B. S. G. F.* 3^e série, t. XVII.

3. CAREZ. — *Etude des terrains crétacés et tertiaires du Nord de l'Espagne*. Paris, 1881.

Valladolid ¹ et de Cuenca [26] au milieu des argiles gypsifères du second groupe tertiaire, nous montre qu'à l'époque du Bartonien supérieur une partie des bassins du Douro et de la Manche était soumise au régime lagunaire ou laguno-lacustre ; la position de ces fossiles, dans des marnes supérieures aux puissants conglomérats de base, prouve que la formation tertiaire a débuté bien avant l'époque bartonienne, sans qu'on puisse d'ailleurs indiquer d'une façon précise la date de l'arrivée de la mer. Les dents de *Lophiodon Isselense* décrites par Gervais ² et provenant du Tertiaire d'Espagne conduisent au même résultat.

Le même régime s'est certainement poursuivi pendant tout l'Eocène supérieur, et aux poudingues de Palassou correspond une partie des conglomérats et des marnes gypseuses des bassins tertiaires. A la fin de l'Eocène se produisirent les grands mouvements orogéniques qui ont amené la formation de la Chaîne des Pyrénées ; ce grand mouvement d'ascension, comme tous les mouvements de moindre importance qui l'avaient précédé et qui l'ont suivi, a certainement eu sa répercussion dans les grands bassins tertiaires voisins, qui ont dû s'affaisser à cette époque et acquérir l'extension que nous leur connaissons aujourd'hui.

A la suite du grand soulèvement des Pyrénées, la communication des bassins de l'Ebre et du Douro avec la mer a dû être interrompue : le large détroit du nord de la province de Gerona était exondé, mais la mer pouvait peut-être encore pénétrer difficilement dans le nord de la péninsule par les provinces de Barcelona et de Tarragona. Les études de M. Larrazet ³ ont montré qu'aux environs de Bribiesca, dans le détroit qui réunissait le bassin de l'Ebre et celui du Douro, une riche faune lagunaire existait aux époques stampienne et aquitanienne ; les *Potamides Gaudryi* et *Munieri*, espèces voisines de *Pot. Lamarecki*, et l'*Hydrobia Dubuissoni* sont très abondants dans les assises de Castrillo del Val ; à de certains moments le régime franchement lacustre pouvait s'établir dans la région, comme le montre la présence des *Unio* dans une des assises décrites par M. Larrazet.

Ce que je viens de dire des bassins de l'Ebre et du Douro s'applique trait pour trait au bassin tertiaire du Tage qui, d'ailleurs, comme

1. D. DE CORTÁZAR. — Descripción física, geológica y agrológica de la provincia de Valladolid. — *Mem. Com. Map. geol. Esp.*, 1877.

2. GERVAIS. — Zoologie et paléontologie française, pl. 48, fig. 4. — 1859.

3. LARRAZET. — Recherches géologiques sur la région orientale de la province de Burgos. Paris, 1896.

l'a indiqué de Verneuil, était très probablement en relation avec les deux précédents ; mais, en outre, le bassin du Tage devait communiquer plus ou moins largement avec la mer par les provinces de Valence et d'Alicante, et cette communication existait encore à l'époque stampienne : M. de Cortázar, en effet, a signalé [26] à l'est de la province de Cuenca, près de Cardenete et d'Enguinados, la présence d'un calcaire marin avec *Cytherea incrassata* et *Potamides Lamarcki*.

Dès le début du Miocène proprement dit, les trois grands bassins tertiaires devaient être isolés de la mer, et le régime lagunaire s'est poursuivi ; après le dépôt des marnes avec gypse, sel et sulfates, s'établirent successivement les régimes laguno-lacustre et lacustre ; c'est à ce moment que se formèrent dans les trois bassins les calcaires supérieurs à *Planorbis Mantelli*, *Lymnæa Heriacensis*, *Glandina inflata*, etc.

Cette faune d'Invertébrés est la seule que nous connaissions dans les lacs tertiaires du Douro, de l'Ebre et du Tage, et elle en caractérise toujours les assises terminales ; la faune des Vertébrés est un peu plus variée et *Anchitherium Aurelianense*, *Mastodon longirostris*, *Hipparion gracile* ont été signalés en d'assez nombreuses localités du Nord et de l'Est de l'Espagne.

A la fin du Miocène s'est produit un grand mouvement d'ascension ; les lacs ont été asséchés et les assises tertiaires portées à des hauteurs relativement grandes, mais variables suivant les bassins.

Le Tertiaire de la vallée de l'Idubeda, qui s'étend presque sans interruption du nord de Calatayud au sud d'Ademuz, relie les bassins de l'Ebre et du Douro avec ceux de Valence et de Cuenca. La mer tertiaire a dû pénétrer dans cette région au moment de la formation de la grande faille qui intéresse tout le plateau de l'Idubeda, occupe l'axe même de la Chaîne Ibérique et se retrouve nettement plus au Sud, dans la vallée moyenne du Turia ; les descriptions locales que j'ai faites précédemment montrent que le Pontien seul est fossilifère et ne nous donnent aucune indication sur l'âge des marnes gypsifères et des poudingues sous-jacents. La détermination précise de cet âge ne pourra être faite qu'après une étude comparative très minutieuse, et probablement fort difficile, du Tertiaire de la vallée de l'Idubeda et du bassin de l'Ebre ; les rapports stratigraphiques que l'on pourra peut-être établir entre les assises de ces deux régions pourront seuls nous renseigner sur l'époque à

laquelle se sont formés les poudingues et les marnes de la province de Teruel ; il sera nécessaire pour cela de continuer les belles études faites par M. Palacios dans les provinces de Soria¹ et de Saragosse [51], situées au nord de la région que j'ai décrite.

Dans ces deux provinces, en effet, le savant ingénieur a montré qu'il existait au-dessus du Crétacé :

1^o Des conglomérats, des sables et des argiles, en concordance avec les calcaires crétacés et ayant subi les mêmes mouvements qu'eux. Ces assises non fossilifères ont été rapprochées des *conglomérats supérieurs* des Chaines sous-pyrénéennes, en concordance également avec le calcaire nummulitique et le Crétacé, et redressés au moment du soulèvement de la chaîne pyrénéenne ; elles correspondraient donc à l'Eocène supérieur et probablement à une grande partie de l'Eocène moyen.

2^o Une série de conglomérats, de grès, de marnes le plus souvent très gypsifères, et de calcaires avec moules de Gastropodes indéterminables, reposant en discordance sur les assises précédentes, et recouverte, également en discordance, par la zone terminale ; M. Palacios rapporte cette série à l'Oligocène.

3^o Le Tertiaire se termine par des conglomérats, des marnes avec gypse et des calcaires souvent argileux ; toute cette série se présente en bancs horizontaux et constitue pour M. Palacios le Miocène proprement dit.

Peut-être pourrait-on rapprocher de l'Eocène de la province de Soria, les poudingues situés au sommet de la Sierra Palomera, qui ont participé aux mouvements de cette chaîne et qui sont redressés verticalement comme les calcaires du Jurassique inférieur de la Peña.

Les conglomérats situés à l'est d'Alfambra, aux environs de El Pobo, de Camarillas, de Mezquita, reposant sur le Jurassique et le Crétacé et dont l'altitude très élevée avait attiré l'attention de E. de Verneuil [64] appartiennent probablement aussi à cette première série de poudingues.

Mais, comme je l'ai dit précédemment, l'âge de ces conglomérats et des assises marneuses qu'ils supportent ne pourra être fixé qu'à la suite d'une étude minutieuse du Tertiaire de tout le Nord de l'Espagne.

1. PALACIOS. — Descripción física, geológica y agrológica de la provincia de Soria. — *Mem. Com. Map. geol. Esp.*, 1890.

PLEISTOCÈNE.

Le Pleistocène est peu développé dans le Sud de l'Aragon ; MM. de Cortázar et Palacios, dans leurs monographies des provinces de Teruel [27] et du Sud de Saragosse [51] en ont décrit la constitution pétrographique et l'extension. Dans les esquisses géologiques qui accompagnent ce travail, je n'ai représenté aucun dépôt pleistocène à cause de leur peu de superficie ou de leur faible épaisseur ¹.

À l'ouest de la bande silurienne d'Atea (Chaîne Ibérique), la plaine d'Used et de Santed est recouverte par des débris de quartzites siluriens qui cachent complètement les affleurements du Trias ; cette formation récente, non fossilifère, est rapportée avec raison au Quaternaire par M. Palacios.

Des dépôts analogues, mais très peu étendus, se sont formés dans différents points des Chaînes Ibérique et Hespérique : au nord de Daroca et le long du vieux chemin qui conduit à Manchones, les assises quaternaires, dont la puissance peut atteindre 12 à 15 mètres sont formées de débris de quartzites souvent à peine roulés, avec quelques bancs plus marneux ; les mêmes dépôts se retrouvent, d'après M. Palacios, à l'est du village de Herrera. — Aux environs de El Campillo, les bancs de poudingues formés de débris de quartzites alternant avec des marnes rouges sont très développés ; une grande partie de ces assises appartient certainement au Tertiaire et se relie directement au Miocène de la vallée du Guadalaviar que j'ai décrit dans le chapitre précédent (page 174) ; mais les poudingues de la partie supérieure, très puissants près du village même de El Campillo, seraient peut-être plus récents et appartiendraient à l'époque pleistocène.

Les dépôts d'alluvions sont en général très peu développés dans la Chaîne Hespérique ; les rivières qui descendent des Montes Universales coulent en effet dans des barrancos profonds et étroits et leur pente est le plus souvent assez forte ; toutefois j'ai pu observer

1. MM. de Cortázar et Palacios figurent, entre Villafeliche et Fuenferrada, une bande quaternaire dont la largeur varierait de 15 kilom. à 8 kilom. ; la coupe 46 (page 181), prise aux environs de Villafeliche, perpendiculairement à cette bande, montre que les assises tertiaires reposent directement sur le Cambrien ; elles ne sont pas recouvertes par le Diluvium indiqué sur la carte de M. Palacios. Il est possible que, et plus au sud dans la province de Teruel, aux environs de Cuencabuenena et de Barrachina que je n'ai pas visités, le Quaternaire existe ; mais il est certainement moins développé que ne l'indiquent les cartes espagnoles, sur lesquelles des assises tertiaires non fossilifères ont du être rapportées au Quaternaire.

plusieurs de ces dépôts dans la région d'Albarracin. — Entre Terriente et Moscardon, près du Moulin de Molina (page 157), la vallée est creusée dans des alluvions très nettes, formées de roches gréseuses et de tufs calcaires avec empreintes végétales. Les mêmes tufs se retrouvent plus au nord, dans le barranco que suit le chemin de Royuela à Calomarde; ce ravin est presque entièrement creusé dans les calcaires dolomitiques de l'Infralias, et de chaque côté du petit ruisseau, j'ai observé des tufs très nets, dont la puissance atteint parfois plusieurs mètres.

Outre ces dépôts quaternaires non fossilifères, je dois signaler une caverne pleistocène creusée dans les calcaires crétacés de la Rocha. A 2 kilomètres à l'est d'Allueva, dans le calcaire bréchoïde danien à *Lychnus Pradoanus*, se trouve une grotte remplie d'argile à nombreux ossements; elle est située presque sur le sommet du plateau, à 100 mètres environ au-dessus de la vallée actuelle; son ouverture mesure 1^m,10 de hauteur sur 0^m,80 environ de largeur et un couloir étroit conduit dans une salle de 4^m de superficie sur 1^m de hauteur; cette salle, dont les parois présentent de nombreuses fissures, contenait une argile rougeâtre assez compacte, avec beaucoup d'ossements au milieu de blocs et de cailloux anguleux provenant du calcaire crétacé immédiatement supérieur. Grâce au concours bienveillant de M. Boule, assistant de Paléontologie au Muséum, j'ai pu reconnaître, parmi les fossiles provenant de cette grotte, les Mammifères suivants: *Equus caballus* de forte taille, *Sus*, *Cervus elaphus*, *Ursus arctos*, *Hyæna*, *Felis* de la taille du Lion.

Ces différents Mammifères se retrouvent dans le Pleistocène de toute la Péninsule: ils ont été signalés en particulier par Busk et Falconer dans leur belle étude sur les cavernes de Gibraltar ¹.

En résumé, les dépôts quaternaires sont peu abondants dans tout le Sud de l'Aragon; après le grand soulèvement qui, à la fin de l'époque pontienne, a porté les lacs tertiaires de l'Espagne à une altitude relativement élevée, les phénomènes de sédimentation deviennent à peine observables: le Pliocène marin n'est connu nulle part dans l'intérieur de la Péninsule et se trouve cantonné sur les côtes actuelles de l'Espagne; dans toutes les provinces du Nord et de l'Est les dépôts pleistocènes sont toujours de peu d'étendue ou de peu d'épaisseur; d'autre part, la faune des cavernes pleistocènes est toujours la même, des Pyrénées au détroit de Gibraltar.

1. BUSK et FALCONER. — On the Fossil Contents of the Genista Cave Gibraltar. *Quart. Journ.* XXI. 1865.

RÉSUMÉ DE L'HISTOIRE GÉOLOGIQUE DE LA RÉGION

La Meseta, telle qu'elle a été comprise par MM. Calderon et Mac Pherson et définie par M. Suess, est limitée au N.-E. par un massif mésozoïque qui s'étend de Soria à Valence et qui est formé par les Chaînes Hespérique et Ibérique.

La région que j'ai décrite doit être considérée comme le bord de la Meseta ; elle a nécessairement participé aux grands mouvements du Plateau central de l'Espagne et a dû être soumise aux mêmes plissements. Les dépôts les plus anciens que l'on y rencontre présentent un caractère nettement détritique et n'ont pas été affectés par les actions métamorphiques puissantes qui, dans le centre de la Meseta, ont donné naissance à des roches cristallophylliennes ; il est, par suite, possible de décrire pas à pas l'histoire de la région depuis l'époque cambrienne.

Les dépôts CAMBRIENS, identiques à ceux que de Verneuil avait signalés au nord de Ciudad Real, dans la province de Léon et dans les Asturies, présentent la même faune que les dépôts contemporains dans la Montagne Noire et la Sardaigne.

Cette faune, caractérisée par les *Paradorides rugulosus* de grande taille et les *Conocoryphe* du groupe de *C. Heberti*, démontre qu'à l'époque cambrienne la région appartenait à la même province zoologique que le Sud de la France et la Sardaigne, province qui a été désignée sous le nom de province cambrienne méridionale.

L'ORDOVICIEN et le GOTHLANDIEN, qui reposent en concordance sur le Cambrien et qui montrent la succession classique, présentent en général les mêmes caractères que dans la Montagne-Noire, les Pyrénées, les Asturies et la Galicie ; toutefois il existe dans la région quelques différences secondaires de faciès : c'est ainsi que l'Ordovicien de la bande de Murero présente un faciès flysch très net,

tandis que celui de la bande de Badules est moins schisteux et plus fossilifère.

Les mers ordovicienne et gothlandienne ont certainement recouvert toute la Meseta, et il est probable que tous les niveaux de ces deux étages doivent s'y trouver représentés, bien que les géologues espagnols n'y aient jusqu'ici signalé que les couches à *Bilobites* et à *Calymènes*.

Au début du GÉDINNEN, il se produisit probablement quelques mouvements locaux; mais, d'une façon générale, la sédimentation semble avoir été ininterrompue entre le Silurien et le Dévonien, et la mer du Dévonien inférieur a dû occuper tout le Sud de l'Aragon. Si les dépôts que j'ai rapportés au Gédinnien ne sont pas fossilifères, il n'en est pas de même pour le COBLENTZIEN qui présente une faune très riche, *identique* à celle qui a été rencontrée dans la Sierra Morena, les Monts de Tolède, le Nord de l'Espagne, les Pyrénées, la Montagne Noire et dans tous les gisements de l'Ouest de la France jusqu'au Cotentin.

Les sédiments primaires postérieurs au Coblentzien ne sont pas connus dans le Sud de l'Aragon ou du moins, s'ils existent, ils sont cachés par les dépôts triasiques. Les travaux de E. de Verneuil et des géologues espagnols ont toutefois démontré qu'à l'époque du Dévonien moyen il existait une mer largement ouverte au centre de l'Espagne et qu'on trouve des sédiments fossilifères du Dévonien supérieur dans les Asturies et dans toute la partie méridionale de la Meseta. La mer dinantienne occupait sensiblement la même région et recouvrait certainement le Nord de la Chaîne Ibérique, où le Carbonifère inférieur a été signalé par M. Larrazet.

A l'époque westphalienne, tout le Nord de l'Espagne fut probablement émergé, formant un vaste continent où s'établirent de petits bassins houillers, inconnus dans la région que j'ai étudiée, mais qui se rencontrent dans les provinces limitrophes de Guadajara et de Cuenca.

Au début du TRIAS, la mer reprit possession de toute la bordure de la Meseta, par un grand mouvement de transgression, général dans toute la Péninsule. Les dépôts triasiques, qui déburent par des sédiments détritiques grossiers (conglomérats et grès) présentent le faciès occidental. Après le dépôt de ces grès, il se produisit dans la région des différenciations, dues probablement à la formation de petits dômes locaux. En certains points il s'établit

immédiatement un régime lagunaire ; dans d'autres, le régime marin persista pendant quelque temps, amenant le dépôt de sédiments calcaires ; mais finalement la région fut uniformément envahie, à la fin du Trias, par un faciès lagunaire, bien caractérisé par la formation de marnes irisées gypsifères, renfermant parfois des dépôts de sel exploitables.

A ce régime lagunaire succède immédiatement un régime marin, qui envahit toute la bordure de la Meseta et qui amène le dépôt d'assises calcaires, alternant à la base, en quelques points, avec les marnes triasiques. Dans la région que j'ai étudiée, ces calcaires *dolomitiques* passent insensiblement, à leur sommet, aux calcaires gréseux fossilifères du Sinémurien supérieur, en sorte qu'ils doivent représenter l'*Infralias* et la base du *Sinémurien*. Ce faciès dolomitique existe sur toute la bordure de la Meseta, mais n'atteint pas toujours les mêmes assises ; c'est ainsi que dans la province de Logroño il n'affecte que le Sinémurien et qu'au contraire, dans celle de Burgos, les couches dolomitiques ne dépassent pas l'*Infralias*.

Le CHARMOUTHIEU de la province de Teruel présente un faciès calcaréo-gréseux, sans Ammonites, tandis que plus au nord il est formé, de la base au sommet, par des calcaires très riches en Céphalopodes ; ces différences de faciès sont tout à fait analogues à celles qui ont été observées par M. Glangeaud sur la bordure du Plateau Central.

A l'époque TOARCIEU, il existe une plus grande uniformité dans la sédimentation sur le bord de la Meseta, et la province de Teruel présente le même faciès calcaréo-marneux, riche en Ammonites, que la province de Burgos, l'Aquitaine et le Bassin de Paris.

Cette uniformité persiste durant tout le JURASSIQUE MOYEN ET SUPÉRIEUR, représentés par des dépôts calcaires très riches en Ammonites. Leur faune, absolument identique à celle qui a été décrite en détail pour l'Aquitaine, la Normandie, la Souabe, etc., et caractérisée par l'absence des genres *Phylloceras* et *Lytoceras*, confirme bien l'opinion émise par Neumayr, qui comprenait le Nord-Est de l'Espagne dans sa « zone extra-alpine. »

Toutefois, on peut observer que tandis que le Séquanien de la Chaîne Ibérique présente ce faciès calcaire à nombreuses Ammonites, les dépôts contemporains de la Chaîne Hespérique, plus voisins de la Meseta, sont des assises calcaréo-gréseuses à Bra-

chiopodes et Echinides, c'est-à-dire montrent l'indice d'un faciès plus littoral.

Il est très probable que les dépôts terminaux du Jurassique manquent dans la partie du Sud de l'Aragon que j'ai décrite, de même que les premières assises du Crétacé. En effet, tandis que, plus à l'est, le CRÉTACÉ existe absolument complet, depuis le Néocomien jusqu'aux couches daniennes à *Lychnus*, les premières assises crétacées *fossilifères* de la Chaîne Ibérique sont barrémiennes et celles des Monts Hespériques, albiennes. Il s'est produit vraisemblablement, au début du Gault, une première transgression de la mer crétacée de l'est vers l'ouest, qui n'est d'ailleurs que le prélude de la grande transgression cénomaniennne, dont l'existence a été reconnue d'une façon si générale.

Le CÉNOMANIEN présente dans le Sud de l'Aragon le faciès à Ostracées, si développé dans les régions méditerranéennes et particulièrement en Algérie.

Vers la fin de l'époque crétacée, il se produisit, comme d'ailleurs dans presque toute la péninsule ibérique, une complète émigration; celle-ci avait peut-être commencé plus tôt dans les points les plus voisins de la Meseta, en particulier dans la Chaîne Hespérique, qui paraît s'être émergée vers la fin du Turonien, tandis que la Chaîne Ibérique renferme les dépôts crétacés supérieurs jusqu'aux calcaires à *Lychnus*.

La première trace d'une invasion marine à l'époque tertiaire dans le Nord de l'Espagne date de l'YPRÉSIEN; pendant l'EOCÈNE MOYEN ET SUPÉRIEUR, la mer occupait vraisemblablement une grande partie des bassins tertiaires de l'Ebre, du Douro et du Tage, où se déposaient des sédiments variés: en certains points des conglomérats, les uns marins, d'autres formés dans des estuaires; dans d'autres points, des marnes gypsifères, indiquant déjà l'existence de lagunes d'évaporation; en d'autres points encore, des calcaires laguno-lacustres à *Lymnæa longiscata* et *Lophiodon Isselense*.

La région montre nettement la trace des grands mouvements qui, vers la fin de l'Eocène, donnèrent naissance à la Chaîne des Pyrénées. La communication des bassins de l'Ebre et du Douro avec la mer était probablement interrompue dès le début de l'OLIGOCÈNE, tandis que les sédiments marins de l'époque stampienne à *Cytherea incrassata* se déposaient dans la partie orientale du bassin du Tage.

Au début du MIOCÈNE, toute communication des trois bassins avec la mer paraît avoir été complètement supprimée et le régime laguno-saumâtre définitivement établi. Ce régime, semblable à celui qui existait dans le Bassin de Paris à l'époque ludienne, a donné naissance à de puissants dépôts de marnes et de gypse, parfois accompagnés de sel gemme et des autres sels habituels aux lagunes d'évaporation.

Le régime laguno-saumâtre fit place progressivement à un régime laguno-lacustre, caractérisé par des Planorbes et des Lymnées, que l'on rencontre partout en Espagne à la partie supérieure des assises tertiaires.

L'âge des assises terminales est fixé par le fait que l'on trouve, au milieu des couches à *Planorbis Mantelli*, la faune de Mammi-fères de Pikermi (*Hipparion gracile*).

A la fin du Miocène supérieur, les grands lacs de l'Espagne furent asséchés et relevés à une hauteur relativement considérable, et les dépôts pliocènes marins sont inconnus dans l'intérieur de la Péninsule.

Quant au PLÉISTOCÈNE, il n'est représenté dans le Sud de l'Aragon que par quelques tufs calcaires à végétaux et l'argile à ossements des cavernes.

La formation des grands anticlinaux qui constituent les Chaînes Ibérique et Hespérique, est vraisemblablement en relation avec l'affaissement plus ou moins lent des dépressions tertiaires avoisinantes. C'est de la même époque que datent les nombreuses failles, visibles dans tout le Sud de l'Aragon et toutes parallèles aux axes des deux cordillères; la seule qui soit réellement importante jalonne la vallée tertiaire de l'Idubeda et est aujourd'hui cachée par les sédiments miocènes qui relient les bassins tertiaires de l'Ebre et du royaume de Valence.

En résumé, il résulte de l'exposé qui précède, que l'histoire géologique du Sud de l'Aragon est très complexe et que, sauf pour les dépôts marins du Pliocène, d'ailleurs très localisés en Espagne, cette histoire nous a fourni tous les grands traits de la formation de la Péninsule Ibérique.

Vu et approuvé :

Paris, le 5 Mars 1897,

Le Doyen de la Faculté des Sciences,

G DARBOUX.

Vu et permis d'imprimer,

Le Vice-Recteur de l'Académie de Paris,

GRÉARD.

TABLE DES MATIÈRES

Introduction	V
 Considérations générales et description orographique et hydrographique de la région étudiée.	
Considérations générales.	1
Orographie de la région.	7
Hydrographie de la région	9
 Bibliographie	 14
Liste des ouvrages relatifs à la géologie du Sud de l'Aragon . .	19
 Stratigraphie	 23
 I. CAMBRIEN	 25
Historique	25
Distribution du Cambrien et descriptions locales	26
Comparaison du Cambrien de la Chaîne Ibérique avec celui des régions voisines	35
 II. SILURIEN (ORDOVICIEN ET GOTHLANDIEN)	 38
Chaîne ibérique.	38
Chaîne Hespérique.	47
Comparaison du Silurien du Sud de l'Aragon avec celui des régions voisines	51
Roches éruptives	54
 III. DÉVONIEN	 56
Historique	56
Distribution du Dévonien	56
Descriptions locales	57
Comparaison du Dévonien inférieur du Sud de l'Aragon avec celui des régions voisines	66
Roches éruptives	69

IV. TRIAS	71
Historique	71
Distribution du Trias et descriptions locales	73
Chaîne Ibérique	74
Chaîne Hespérique	82
Comparaison du Trias du Sud de l'Aragon avec celui des régions voisines	89
Roches éruptives	91
V. JURASSIQUE INFÉRIEUR.	92
Historique	92
Étude du Calcaire dolomitique (Trias supérieur des auteurs espagnols)	94
Distribution du Jurassique inférieur	96
Descriptions locales	98
Chaîne Ibérique	104
Chaîne Hespérique	107
Comparaison du Jurassique inférieur du Sud de l'Aragon avec celui des régions voisines	110
VI. JURASSIQUE MOYEN	114
Historique	114
Distribution du Jurassique moyen	115
Descriptions locales	116
Chaîne Hespérique	116
Chaîne Ibérique	124
Comparaison du Jurassique moyen du Sud de l'Aragon avec celui des régions voisines	124
VII. JURASSIQUE SUPÉRIEUR.	127
Historique	127
Distribution du Jurassique supérieur.	128
Descriptions locales	129
Comparaison du Jurassique supérieur du Sud de l'Aragon avec celui des régions voisines.	148
VIII. CRÉTACÉ	152
Historique	152
Distribution du Crétacé	154
Descriptions locales	155
Chaîne Hespérique	155
Chaîne Ibérique	158
Comparaison du Crétacé de la province de Teruel (régions septentrionale et occidentale) avec celui des contrées voisines.	165
IX. TERTIAIRE	168
Historique	168
Distribution du Tertiaire.	170
Descriptions locales	171
Formation et âge des bassins tertiaires du Nord de l'Espagne	182
Pléistocène	189
Résumé de l'histoire géologique de la région.	191

SECONDE THÈSE

PROPOSITIONS DONNÉES PAR LA FACULTÉ

BOTANIQUE. — Développement des Fougères.

ZOOLOGIE. — Morphologie et phylogénie des Dipneustes.

Vu et approuvé :

Paris, le 5 Mars 1897,

Le Doyen de la Faculté des Sciences

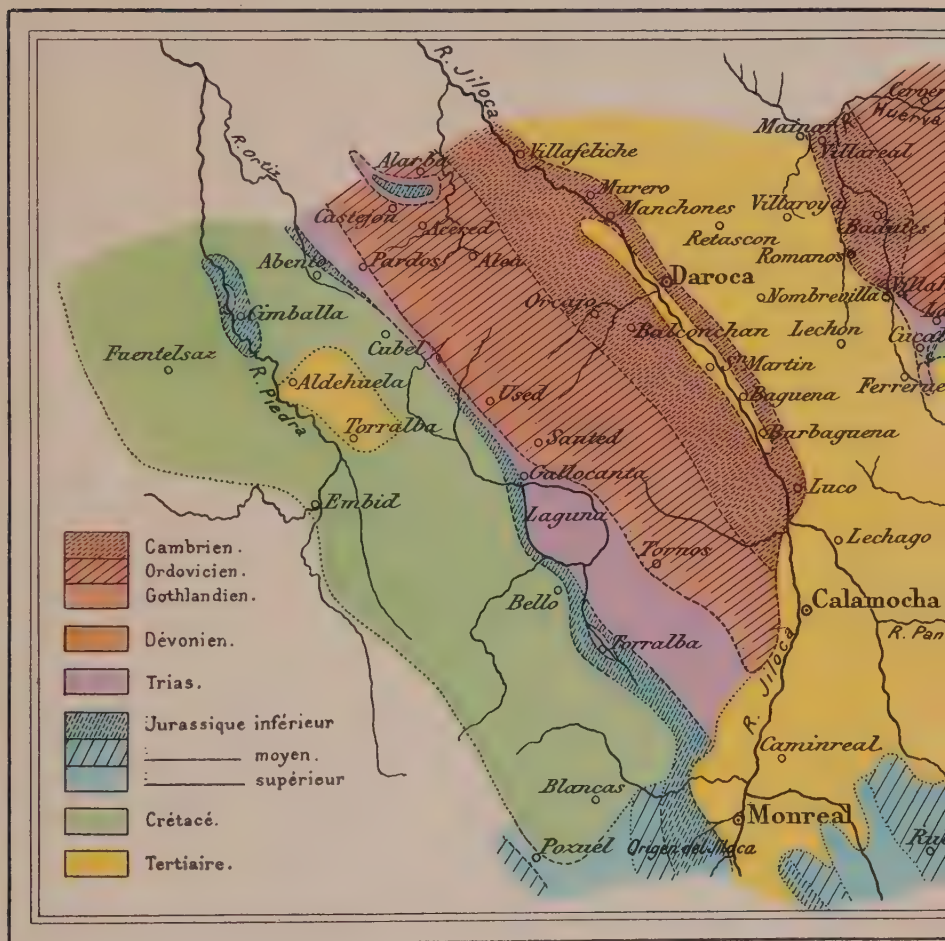
G. DARBOUX.

Vu et permis d'imprimer,

Le Vice-Recteur de l'Académie de Paris

GRÉARD.

Pl. I



DIONALE DE LA CHAÎNE IBÉRIQUE



PL. III DE L'EXTRÉMITÉ MÉRIDIONALE DE LA CHAÎNE HESPÉRIQUE

